This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

DIE ARBEITEN

DER

RHEINSTROM-BAUVERWALTUNG

1851—1900

DENKSCHRIFT

ANLÄSSLICH DES 50 JÄHRIGEN BESTEHENS DER RHEINSTROMBAUVERWALTUNG

UND

BERICHT ÜBER DIE VERWENDUNG DER SEIT 1880 ZUR REGULIRUNG DES RHEINSTROMS BEWILLIGTEN AUSSERORDENTLICHEN GELDMITTEL

NACH AMTLICHEN MATERIALIEN BEARBEITET

VON

R. JASMUND

REGIERUNGS- UND BAURATH

BERLIN 1901

ERNST SIEGFRIED MITTLER UND SOHN

KÖNIGLICHE HOFBUCHHANDLUNG

KOCHSTRASSE 68—71

Eng1019.01.5

Harvard College Library

FROM THE

DANIEL TREADWELL FUND

Residuary legacy from Daniel Treadwell, Rumford
Professor and Lecturer on the Application
of Science to the Useful Arts
1834–1845.

DIE ARBEITEN

DER

RHEINSTROM-BAUVERWALTUNG

1851—1900

VORWORT

Während die Ausführung eines Hochbaues oder die Herstellung einer Eisenbahn am Schlusse der Arbeiten ein fertiges Gebilde liefert, das in allen Einzelheiten klar und bestimmt vor Jedermanns Auge steht, entziehen sich die Erfolge der Wasserbauten meist der unmittelbaren Wahrnehmung. Ein Canal oder eine Schleuse bietet zwar noch gewisse Anhaltspunkte, aus denen sich der Umfang der ausgeführten Arbeiten und zum Theil auch das geschaffene Werk errathen lässt, aber einer regulirten Stromstrecke vermag selbst das Auge eines Sachverständigen am Schlusse der Arbeiten nur selten abzusehen, was geschehen ist und was geschehen musste. Ein vollständig regulirter Strom bietet ein so einfaches Bild, dass Jeder sich wundert, warum die ausgeführten Arbeiten eigentlich nothwendig waren. Die mit Weiden bestandenen Vorländer oder die grünenden Wiesen lassen nicht erkennen, dass sie in ihrem Grunde mit festen Steinwällen oder mühsam hergestellten Faschinenwerken durchzogen sind, denen sie ihr Dasein verdanken. Dass an der Stelle, wo heute der Strom ruhig seine Bahn dahinzieht, einst grosse Kiesfelder durch Baggerung beseitigt wurden, vermag Niemand festzustellen. Die Gefahren, die einst der Schiffahrt, den Ufern und Deichen, den Dörfern und Städten drohten, sind längst vergessen.

Wenn daher die Arbeiten der Wasserbauverwaltung im allgemeinen wenig Verständniss finden, ja, wenn gegen dieselben sich hier und da wohl auch Bedenken erheben, ob nicht zu viel oder zu wenig geschehe oder ob nicht etwa einzelnen Sonderinteressen eine bevorzugte Rücksicht zu theil werde, so liegt dies in der Natur der Sache. Auch bezüglich der einzelnen Maassnahmen selbst entstehen mannigfache Zweifel bei denjenigen, welchen der volle Einblick in die Sachlage fehlt. Wie soll sich Jemand nicht wundern, dass er hier den Bagger mit Mühe seine Eimerkette treiben und dort nicht weit davon im Strome die Baggerprähme ihren Inhalt

löschen sieht, wenn er nicht weiss, dass es sich hier um eine Verlegung oder Erbreiterung der Fahrrinne, dort um Verbauung unregelmässiger Ufer handelt. Als die französischen Ingenieure vor 15 Jahren bei Regulirung der Rhone den deutschen oder vielmehr speciell preussischen Grundschwellenbau einführten, war dort alle Welt erstaunt, dass ein Strom, der so wie so schon an zu geringer Fahrtiefe litt, an den wenigen Stellen, wo er wirklich tief war, noch künstlich mit Steinwällen verbaut wurde. Heute wird die Rhoneregulirung aber deshalb als Musterbild gepriesen. Auch in Preussen ist es noch nicht lange her, dass die Regulirung unserer Ströme öffentlich als zwecklos und gemeingefährlich hingestellt worden ist. Heute haben die öffentlichen Ströme als Verkehrswege der Grossindustrie, als Fortsetzung der grossen überseeischen Handelswege ihre Bedeutung erwiesen.

Dieser Wandel der Anschauungen im Laufe der letzten 30 Jahre ist wunderbar, aber für denjenigen nicht auffallend, der die Entwickelung unserer öffentlichen Ströme verfolgt hat. Die preussische Wasserbauverwaltung ist seit etwa 60 Jahren sorgfältig und unablässig bemüht, die Vorfluth und die Fahrtiefe auf unseren Strömen zu vergrössern, die Lage und Richtung der Fahrrinne im Strome zu verbessern, dem Handel und Verkehr die Bahn zu ebnen. Jahr für Jahr sind nicht unbeträchtliche Summen der Unterhaltung der Strombauwerke und dem Ausbau der öffentlichen Ströme zur Verfügung gestellt worden. In langsamem Werdegang ist die Beschaffenheit der Stromläufe gebessert, der Umfang des Verkehrs gestiegen. So gross auch die aufgewendete Geldsumme ist, die dem Ausbau der Ströme gewidmet ist, weit grösser ist der Aufschwung des Handels und Verkehrs, weit mächtiger ist das Blühen von Gewerbe und Industrie, so dass wohl die Versuchung nahe läge, den Zusammenhang, der zwischen diesen Thatsachen obwaltet, im einzelnen zu verfolgen.

Wenn die nachfolgenden Ausführungen sich darauf beschränken, für den Rhein nur die Arbeiten der Strombauverwaltung eingehender darzulegen, so geschieht es in der Erwägung, dass dieser Theil schon eine so umfassende Aufgabe bildet, dass er als ein selbständiges Ganze betrachtet werden kann. Zu einem Ueberblick über die Entwickelung von Handel und Verkehr, von Gewerbe und Industrie geben zahlreiche Schriften und Bücher auf Grund genauer Statistik bereits fortlaufend und im ganzen so reichliche Gelegenheit, dass hier meist doch nur das wiederholt werden könnte, was umfassender und besser bereits anderweit gesagt und ausgeführt worden ist. Eine Darstellung über die Arbeiten der Strombauverwaltung ist bisher indess nur in beschränktem Umfange erfolgt. Zwar bietet dieselbe für den Einheimischen, der den Rhein seit Jahren seinen Strom nennt, vielleicht nicht viel Neues. Wer den Entwickelungsgang des Stromes im Laufe der Zeit verfolgt hat, wird sich dieser oder jener Bauausführungen erinnern. Steht doch die Rheinstrombauverwaltung seit Jahren mit den Betheiligten, seien es Staats- oder Communalbehörden, Handelskammern oder Schiffahrtsgesellschaften, Uferbesitzer oder Fischereiberechtigte, in so lebhafter Verbindung, dass ihre Absichten und Ziele, ihre Bauweisen und Anordnungen vielfach aus dem gemeinsamen Zusammenwirken aller Betheiligten hervorgegangen sind. Immerhin bildet die technische Unterlage und Begründung der einzelnen Maassnahmen doch ein eigenartiges Gebiet. Es erschien daher zweckmässig, zu zeigen, dass die in einzelnen Fällen aufgestellten,

hier und da wohl angezweifelten Gesichtspunkte nicht einem augenblicklichen Ermessen, sondern allgemeinen Grundgesetzen ihr Entstehen verdanken, überall angewendet sind und im allgemeinen auch Erfolg gehabt haben. Der Einzelfall entscheidet nicht; es bedarf eines Ueberblickes über die Gesammtarbeiten und über die Gesammtverhältnisse des Stromes, um die Grundgesetze zu erkennen.

Der Anlass zur Darstellung eines solchen Gesammtbildes war jetzt für die Rheinstrombauverwaltung einerseits in der Thatsache gegeben, dass sie am 1. Januar 1901 ihr fünfzigjähriges Bestehen erlebte; andererseits sind die grossen Bauausführungen, zu denen der Landtag seit dem Jahre 1880 fortlaufend Geldmittel zur Verfügung stellte, in diesem Jahre abgeschlossen. Es ist daher der Zweck nachstehender Ausführungen, einen Abriss zu geben von den Arbeiten der Rheinstrombauverwaltung:

1. hinsichtlich der für Neubauten und Unterhaltungsarbeiten verwendeten Geldmittel,
2. unter Darstellung der Hülfsmittel, welche je nach Lage der örtlichen Verhältnisse, oder je nach den Anforderungen der Betheiligten zur Verwendung gelangten,
3. nebst einer eingehenden Beschreibung und Darstellung der wesentlichsten Neubauten auf den einzelnen Strecken.

Soweit als möglich sind die hauptsächlichsten Arbeiten durch Abbildungen erläutert. Eine Reihe von graphischen Darstellungen, Lageplänen aus alter und neuer Zeit, Photographieen von Baumaschinen und einzelnen Ansichten ist im Texte verstreut wiedergegeben. Liegt es in der Natur der Sache, dass diese Abbildungen nur in kleinem Maassstabe zum Abdruck kommen können, so geben sie doch ein Bild von den vielseitigen örtlichen Vorbedingungen früherer Zeit, von den Schwierigkeiten der Bauausführungen und von dem Zustande, in dem der Rheinstrom in seinen Hauptstrecken sich zur Zeit befindet.

Wer die Denkschrift eingehend liest und den Abbildungen seine Aufmerksamkeit zuwendet, wird den Kampf verfolgen können, der in früheren Jahrzehnten am Rhein zum Theil mit unzureichenden Mitteln geführt worden ist. Nicht immer war die Technik von vornherein die Siegerin. Nicht überall und nicht augenblicklich ist es gelungen, den mächtigen Strom in bestimmte Bahnen zu lenken. Doch in dem Kampfe sind die Kräfte gewachsen, so dass zu hoffen steht, die Technik werde das noch Fehlende auch weiterhin zu ergänzen und zu bessern im stande sein.

Die Denkschrift lehrt ferner, dass die Arbeiten der Rheinstrombauverwaltung keineswegs für alle Zukunft abgeschlossen sind. Der Rhein ist erst auf einzelnen Strecken ausgebaut, wo es grade dringend nöthig war, und nur in dem Umfange, welcher zur Erreichung des zu Ende der siebziger Jahre den damaligen Bedürfnissen angepassten Ziels angemessen erschien. Dieses Ziel ist zwar erreicht. Es bestehen jedoch noch so viele Lücken zwischen den vollständig ausgebauten Strecken, dass zur Erhaltung der jetzigen Tiefenverhältnisse alljährlich umfangreiche Baggerungen ausgeführt werden müssen. Umfang und Kosten dieser Arbeiten werden sich mit der Zeit noch steigern, so dass es voraussichtlich zweckmässiger sein wird, durch ergänzende Regulirungsbauten auf deren Einschränkung hinzuwirken. Bei hohem Wasser verlaufen die Ufer-

grenzlinien noch so unregelmässig, dass der Rhein streckenweise vielmehr für eine von vielen Inseln belebte Kette einzelner Seeen gehalten werden kann, als für einen Stromlauf. Der Vorfluth stehen auf den Vorländern noch unzählige Hindernisse im Wege. Die volle wirthschaftliche Ausnutzung grosser Landstriche ist noch heute der ungünstigen Wasserverhältnisse wegen ausgeschlossen. Etwas anders liegt die Sache schon im eigentlichen Strombette, aber auch hier müsste den stetig wirksamen Kräften des Stromes gegenüber eine Lässigkeit in der Beobachtung, in der Unterhaltung und im ferneren Ausbau des Strombettes sich bitter rächen. Taucht doch schon eine neue wirthschaftliche Erscheinung, die Rheinseeschiffahrt, in Gestalt von 32 Dampfern, recht deutlich am Rhein auf und begehrt der Hülfe — wenn ihr auch vielleicht noch nicht in dem Umfange wird geholfen werden können, wie sie es begehrt. Aber auch der schon bestehende Binnenverkehr weist in der Eigenthümlichkeit, dass die Verkehrsmenge stetig und rapide steigt und dass die Tragfähigkeit der Schiffe stetig zunimmt, auf steigende Entwickelung hin; denn mit der Tragfähigkeit der Schiffe wächst naturgemäss auch der Tiefgang bis auf das äusserste Maass. Nach wie vor wird die Strombauverwaltung diesen Verhältnissen ihre volle Aufmerksamkeit zuwenden müssen.

DIE ARBEITEN

DER

RHEINSTROM-BAUVERWALTUNG

1851—1900

DENKSCHRIFT

ANLÄSSLICH DES 50JÄHRIGEN BESTEHENS DER RHEINSTROMBAUVERWALTUNG

UND

BERICHT ÜBER DIE VERWENDUNG DER SEIT 1880 ZUR REGULIRUNG DES RHEINSTROMS BEWILLIGTEN AUSSERORDENTLICHEN GELDMITTEL

NACH AMTLICHEN MATERIALIEN BEARBEITET

VON

R. JASMUND

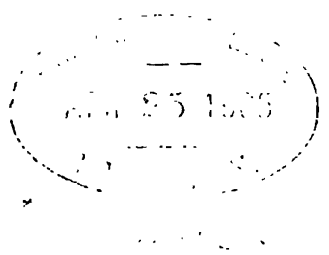
REGIERUNGS- UND BAURATH

BERLIN 1901

ERNST SIEGFRIED MITTLER UND SOHN

KÖNIGLICHE HOFBUCHHANDLUNG

KOCHSTRASSE 68—71



INHALTSVERZEICHNISS

Seite

Vorwort III

Einleitung: Ziel und Kosten der Rheinregulirung 1

A. Die Hülfsmittel der Rheinregulirung 13
1. Vor 1764 13
2. Von 1764 bis 1794 19
3. Von 1816 bis 1850 24
4. Von 1851 bis 1879 26
5. Von 1880 bis 1900 40

B. Die Regulirungsarbeiten von Bingen bis zur niederländischen Grenze 51
Einleitung: Wasserstand und Wassermenge 51
I. Von Bingen bis St. Goar 56
Einleitung: Hydrographische Beschreibung 56
1. Arbeiten von 1851 bis 1879 57
2. Arbeiten von 1880 bis 1900 66
II. Von St. Goar bis Coblenz 77
Einleitung: Hydrographische Beschreibung 77
1. Leinpfadbauten 77
2. Regulirung am Hund bei Wellmich 78
3. Regulirung bei Ehrenthal 79
4. Regulirung an der Schottel 79
5. Regulirung bei Braubach 82
6. Regulirung bei Rhens 83
7. Regulirung bei Oberlahnstein 84
8. Regulirung am Oberwerth 84
9. Regulirung an der Moselmündung 85
III. Von Coblenz bis Andernach 87
Einleitung: Hydrographische Beschreibung 87
1. Die Stromspaltung von Vallendar 88
2. Die Regulirung bei Bendorf 89
3. Die Regulirung bei Urmitz-Neuwied 92
4. Uferbauten unterhalb Neuwied 94

Seite

IV. Von Andernach bis Bonn 95
Einleitung: Hydrographische Beschreibung 95
1. Regulirung am krummen Werth 96
2. Regulirung am Hammersteiner Werth 97
3. Regulirung bei Brohl 98
4. Uferbauten zwischen Brohl und Niederbreisig 99
5. Regulirung der Ahrmündung 99
6. Regulirung und Hafen bei Oberwinter 100
7. Regulirung der Nonnenwerther Stromspaltung 102
8. Baggerungen am Rhöndorfer Grund 105
9. Uferdeckungen bei Königswinter 106
10. Regulirung bei Niederdollendorf 106

V. Von Bonn bis Cöln 109
Einleitung: Hydrographische Beschreibung 109
1. Regulirung der Siegmündung 110
2. Regulirung an der Herseler Insel 114
3. Regulirung bei Niedercassel 117
4. Regulirung oberhalb Wesseling 118
5. Regulirung bei Langel 119
6. Regulirung bei Sürth 120
7. Regulirung bei Zündorf 120
8. Regulirung bei Rodenkirchen 121

VI. Von Cöln bis Düsseldorf 125
Einleitung: Hydrographische Beschreibung 125
1. Regulirung und Hafen bei Mülheim 127
2. Regulirung bei Niehl 131
3. Regulirung bei Leverkusen 132
4. Regulirung der Merkenicher Kehle bei Wiesdorf 133
5. Regulirung bei Hittorf 136
6. Regulirung oberhalb Worringen 140
7. Regulirung am Platthals unterhalb Worringen 143
8. Uferausbau von Monheim bis Baumberg 144
9. Regulirung am Kirberger Ort 145
10. Regulirung bei Urdenbach 148
11. Uferausbau vor Benrath und Itter 150
12. Regulirung bei Stürzelberg 150
13. Regulirung bei Uedesheim 152
14. Regulirung bei Himmelgeist 153
15. Uferbau vor Volmerswerth 153
16. Regulirung am Röttgen 154
17. Uferausbau vor Grimmlinghausen 155
18. Regulirung oberhalb Hamm 155
19. Regulirung bei Heerdt 156
20. Regulirung vor der Neustadt von Düsseldorf 160

VII. Von Düsseldorf bis Ruhrort 163
Einleitung: Hydrographische Beschreibung 163
1. Umgestaltungen bei Düsseldorf 165
2. Regulirung bei Mönchenwerth 169
3. Regulirung am Leuchtenberger Ort 170
4. Regulirung bei Wittlaer 172
5. Regulirung am Wilhelmsort 173
6. Uferausbau vor Uerdingen 175

Seite

7. Regulirung an der Bodberger Insel 175
8. Regulirung bei Ehingen 177
9. Uferausbau von Ehingen bis Wanheim 178
10. Uferausbau vor Wanheim 179
11. Regulirung bei Rheinhausen 179
12. Hafenbauten bei Ruhrort 181

VIII. Von Ruhrort bis Xanten 185
Einleitung: Hydrographische Beschreibung 185
1. Uferausbau am Beeckerwerther Deich 186
2. Regulirung bei Hochhalen 187
3. Regulirung bei Alsum 188
4. Uferausbau unterhalb der Emschermündung 188
5. Regulirung bei Orsoy 189
6. Uferdeckung bei Grunland 191
7. Uferausbau von Stapp bis Reeshoven 193
8. Regulirung an der Gottlieber Welle 194
9. Ausbau des Rheinberger Ufers 194
10. Nachregulirung von Stapp bis Mehrum 196
11. Regulirung bei Ork 198
12. Regulirung bei Elverich 198
13. Ausbau des Ufers am Büssen 199
14. Regulirung bei Wesel 200
15. Regulirung an der Eisenbahnbrücke bei Wesel 209
16. Regulirung der Mündung des Flüren'schen Canals 210
17. Regulirung des Bislicher Canals 211

IX. Von Xanten bis zur niederländischen Grenze 215
Einleitung: Hydrographische Beschreibung 215
1. Regulirung an der Hollandsward 216
2. Uferausbau am Reckerfelder Damm 218
3. Regulirung bei Vynen 219
4. Regulirung oberhalb Rees 222
5. Regulirung bei Hönnepel 225
6. Ausbau des Griether Canals 229
7. Ausbau des Emmericher Canals 230
8. Nachregulirung von Rees bis Emmerich 233
9. Bauten bei Emmerich 234
10. Regulirung von Emmerich bis Spyck 235
11. Regulirung am Vossengatt 238

Einleitung.

Die Denkschrift, welche im Herbst des Jahres 1879 über die Regulirung der Weichsel, der Oder, der Elbe, der Weser und des Rheins dem Landtage unterbreitet wurde, stellte hinsichtlich des Rheins der weiteren Regulirung die folgende Aufgabe (Seite 58 der Denkschrift):

„1. Die Herstellung einer Wassertiefe bei gemittelten, gewöhnlich niedrigsten Wasserständen von + 1,50 m am Pegel von Cöln und zwar:
   a) von Bingen bis St. Goar von 2 m,
   b) von St. Goar bis Cöln von 2,50 m,
   c) von Cöln bis zur niederländischen Grenze von 3 m.
2. Die Herstellung einer Breite des Fahrwassers von der ad 1 bezeichneten Tiefe im oberen Laufe des Rheins mit 90 m beginnend und alsdann im Verhältniss der Abnahme der Gefälle auf 150 m zunehmend.
3. Ausserdem müssen zur Verhütung weiterer Verwilderungen alte Stromarme abgeschlossen, die Ufer verbaut, Leinpfade hergestellt, Sandfelder beseitigt, Alluvionen durch Weidenpflanzungen festgelegt und deren Abtrieb in den Strom verhindert werden."

Die Bauzeit wurde auf 18 Jahre bemessen. Für die Strecke von Bingen bis zur niederländischen Grenze bei Bimmen wurden, abgesehen von den noch nicht feststehenden Kosten für Sicherheitshäfen, 22 Millionen Mark zur Durchführung dieser Aufgabe als erforderlich erachtet.

Bei Vorlage dieser Denkschrift im Abgeordnetenhause hob der Finanzminister Bitter am 31. October 1879 hervor, dass mit Rücksicht auf die Schwierigkeiten, denen die Schiffahrt, also ein wesentlich nützlicher Theil des öffentlichen Verkehrs, auf den Strömen begegnete und mit Rücksicht auf die Wichtigkeit, welche die Ströme für den öffentlichen Verkehr und für den Anschluss der umgrenzenden Landestheile an die Hauptverkehrsplätze des Landes und durch diese an die Seeplätze haben, es für erwünscht erachtet wurde, hierin Wandel zu schaffen,

einer nützlichen Thätigkeit und einem lebhaften Gewerbebetriebe neue Verkehrserleichterungen zu eröffnen. Der Minister der öffentlichen Arbeiten Maybach erklärte am 19. Februar 1880 im Herrenhause, dass die Correction der vaterländischen Ströme nach festem Plane unternommen werden sollte und es in der Absicht der Staatsregierung läge, in gleicher Weise später mit den Strömen zweiten Ranges vorzugehen, um daran die Ausführung von Canälen anzuschliessen.

Im Abgeordnetenhause hob der Berichterstatter der Commission von Heyden-Cadow hervor, dass die Regierung mit der vorgelegten Denkschrift durchaus einem Verlangen des hohen Hauses entspräche, welches dahin ging, dass über die Regulirung der grossen Ströme Uebersichtspläne aufgestellt werden möchten. Die Commission habe die Ausgabe ihres productiven Charakters wegen mit Freuden begrüsst.

Aehnlich äusserte sich der Berichterstatter der Commission des Herrenhauses Graf von Ziethen-Schwerin.

In der That brachte die Denkschrift vom Jahre 1879 kein neues Unternehmen in Anregung. Von jeher hatte die Staatsregierung den öffentlichen Strömen ihre besondere Fürsorge zugewendet. Alljährlich waren bestimmte Summen im Staatshaushalt für Wasserbauten vorgesehen. Zur Zeit des Grossen Kurfürsten und unter Friedrich dem Grossen müssen diese Summen, wenn man den Umfang der ausgeführten Bauten in Betracht zieht, sogar recht beträchtliche gewesen sein. Von 1772 bis 1788 wurden allein für die Vertheidigung des Ufers vor Wesel über 2 Millionen Thaler ausgegeben. Zu Ende des 18. Jahrhunderts befanden die Ufer des Rheins sich überhaupt in ziemlich gutem und geordnetem Zustande, wenn auch nicht so wie heute. Die Strombauwerke bestanden vielmehr nur aus leichtem Faschinenpackwerk und eine zwölfjährige Kriegszeit im Zeitraum von 1794 bis 1815 genügte, um fast sämmtliche Werke wieder verschwinden zu lassen. Seit 1816 ist dann Jahr für Jahr an der Deckung der Ufer, Sicherung der Leinpfade gearbeitet worden; je grösser der Erfolg dieser Arbeiten war, desto mehr wurden sie begehrt. Mit der Zeit hatten sie daher an Umfang zugenommen, die erforderlichen Summen waren gewachsen, denn es lag in der Natur der Sache, dass mit der Ausdehnung der Strombauwerke auch die Kosten der Unterhaltung sich steigerten. Aber auch die natürlichen Verhältnisse und die Ansprüche der Betheiligten sorgten in ausreichendem Maasse dafür, dass der Umfang der Arbeiten von Jahr zu Jahr zunahm.

In welchem Maasse sich die Gesammtausgaben von 1821 bis 1850 hin gesteigert haben, geht aus der nebenstehenden graphischen Darstellung (Abb. 1) hervor. Von 1816 bis 1821 fehlen für den Regierungsbezirk Düsseldorf diese Angaben, dagegen sind die Ausgaben, welche am rechten Ufer von Rüdesheim bis Oberlahnstein von der nassauischen Regierung aufgewendet worden sind, berücksichtigt, so dass die Ausgaben für die ganze Strecke von Bingen bis zur niederländischen Grenze gelten. Eine Trennung der Ausgaben nach Neubauten und Unterhaltungsarbeiten war ebenfalls nicht überall durchführbar, da sich für den Regierungsbezirk Cöln Schwierigkeiten ergaben. Es konnten nur die Gesammtausgaben dargestellt werden.

Bis zum Jahre 1850 beschränkte sich der Wasserbau am Rhein im wesentlichen auf den Uferschutz, auf den Ausbau der Leinpfade. Hatte doch der Staat im Wiener Congress 1815 und in der Rheinschiffahrtsacte 1831 die Unterhaltung der Leinpfade und die Beseitigung von Schiffahrtshemmnissen vertragsmässig übernommen. An vereinzelten Stellen war auch bereits eine Besserung des Fahrwassers durch vorspringende Werke, meistens Buhnen und Schlickfänge, angestrebt worden. Aber erst mit Einrichtung der Strombauverwaltung beginnt 1851 die eigentliche systematische Regulirung des Rheinstroms. In den fünfziger und sechziger Jahren ist in dieser Hinsicht ausserordentlich viel gearbeitet und erreicht worden. In kurzer Zeit war die nutzbare Fahrtiefe des Rheins um

rund 1 m vergrössert. Während 1849 die Sohle stellenweise noch in Höhe von Null am Cölner Pegel lag, wurde 1861 festgestellt, dass von Coblenz bis zur niederländischen Grenze keine einzige Stelle in der Fahrrinne höher war als 3 Fuss (0,93 m) unter den Nullpunkten der Pegel zu Coblenz, Cöln, Düsseldorf und Emmerich (vergl. XII. Befahrungsprotokoll der Techniker der Rheinuferstaaten von 1861). Im wesentlichen war dieses günstige Ergebniss eine Folge des Umstandes, dass an einer Wasserstrasse die nutzbare Fahrtiefe nicht durch die an einzelnen Stellen vorhandene grosse Tiefe, sondern durch die kleinste Tiefe bestimmt wird. Eine einzige Barre, eine einzige Untiefe, welche die bestimmte Tauchtiefe des Fahrzeuges nicht besitzt, bildet für die Schiffahrt ein unüberwindliches Hinderniss. Untiefen, die bis zu Null am Pegel reichten, gab es 1850 nur wenige; ihre Beseitigung ging verhältnissmässig schnell von statten. Je grössere Fahrtiefe aber durchweg auf dem Strome erreicht werden sollte, desto grösser wurde die Zahl der in Betracht kommenden Untiefen und desto schwieriger und langwieriger wurde die Lösung dieser Aufgabe. Immerhin waren die Arbeiten nicht ohne Erfolg und berechtigten zu weiteren Hoffnungen. Schon im Jahre 1861 bezeichnete die technische Commission der Rheinuferstaaten eine Wassertiefe von 3 m unterhalb Cöln bei gemitteltem Niedrigwasser von 1,50 m Cölner Pegel, d. h. eine Sohlenlage von — 1,50 m Cölner Pegel für erreichbar, aber für die Durchführung dieses Regulirungsziels bedurfte es langer Jahre und grösserer Geldmittel, als bis Ende der siebziger Jahre zur Verfügung gestellt worden sind. Zwar sind von 1851 bis 1879 hin der umstehenden Darstellung (Abb. 2) nach von der Strombauverwaltung wesentlich grössere Summen wie früher zur Ausgabe gelangt, aber die Schiffahrt hatte sich in diesen Jahren ausserordentlich vermehrt und stellte fort und fort steigende Anforderungen. Grundlegende Wandlungen hatten sich auf dem Gebiete des Verkehrs vollzogen. Die alten Stapel- und Umschlagsrechte Cölns waren 1831 gefallen, die Rheinzölle wurden 1866 aufgehoben. Rotterdam hatte durch die Erbauung des neuen Seecanals sich die Verbindung mit dem Meere geschaffen. Ueberall am Rhein entstanden neue Häfen und Zufuhrwege. In wenigen Jahren hatte sich die Verkehrsmenge auf dem Rhein verdoppelt. Die Rheinflotte hatte sich stark vermehrt, besonders war die Tragfähigkeit der Schiffe

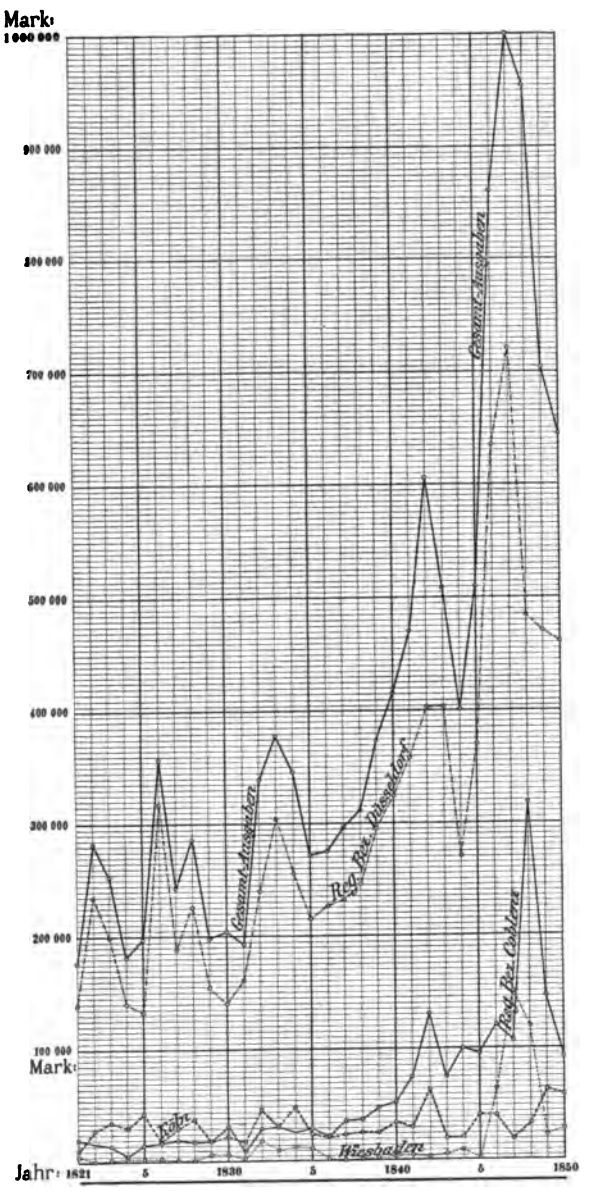


Abb. 1.

Graphische Darstellung der Gesammtausgaben von 1821 bis 1850.

sehr gewachsen, an Stelle des alten Segelbetriebes und Leinenzuges war die Dampfschleppschifffahrt getreten, auf schwierigen Strecken war die Tauerei eingeführt, überall hatte das Bild sich geändert. Andererseits hatte der Wettbewerb der Eisenbahn den kleinen Schiffahrtsbetrieb erdrückt und rüstete sich, auch der Grossschiffahrt den Rang abzulaufen. Das Bedürfniss der Schiffahrt war den Erfolgen, die von der Regulirung mit ihren gewöhnlichen jährlichen Einzelbeträgen erreicht werden konnten, weit vorausgeeilt. Ueberall brach sich die Einsicht Bahn, dass es höchste Zeit sei, mit der Regulirung des Rheins den schon 1861 für möglich erachteten entscheidenden Schritt vorwärts zu machen, wenn die Schiffahrt nicht unterliegen sollte.

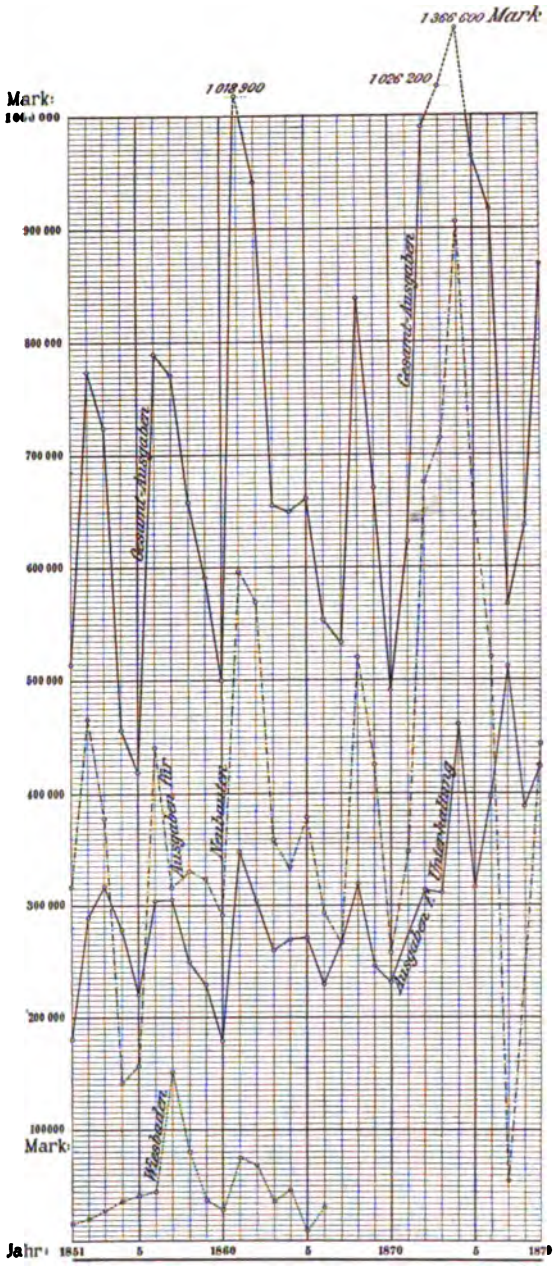


Abb. 2.
Graphische Darstellung der Gesammtausgaben von 1851 bis 1879.

Mit den im Jahre 1879 in Aussicht genommenen ausserordentlichen Geldmitteln ist der Vorsprung, den die Schiffahrt erreicht hatte, dann in beschleunigten Arbeiten einzuholen versucht worden. Die alten Regulirungsgrundsätze mussten zum Theil aufgegeben werden, denn bei den Regulirungsarbeiten seit 1880 konnte nicht mehr eine Unterstützung des Stromes bei Gestaltung seiner Tiefen abgewartet werden, sondern eine bestimmte Aufgabe musste in kurzer Frist in der Weise gelöst werden, dass das gesteckte Ziel erreicht war. Auf die natürlichen Anforderungen des Stromes musste wohl Rücksicht genommen werden, aber man rechnete nicht mehr auf seine Mitwirkung in dem Umfange wie früher. Während vor 1880 die Regulirung sich darauf beschränkte, durch zweckmässige Bemessung der Strombreite das Wasser zu zwingen, auf eine Vertiefung der Sohle und damit auf Besserung der Vorfluth und der Fahrtiefe hinzuwirken, bildeten nach dem Jahre 1880 grade diese Vertiefungen der Sohle mittels Baggerung einen wesentlichen Theil der Regulirungsarbeiten. In einzelnen Strecken kamen sogar lediglich Baggerungen zur Ausführung. Auf jeder Strecke wurde aber mit dieser Nachregulirung nicht nur die gestellte Aufgabe voll erfüllt, sondern zugleich auch Vorsorge getroffen, dass die ausgeführten Vertiefungen des Fahrwassers Bestand hatten. Nicht überall und nicht immer haben in dieser Hinsicht die einzelnen Maassnahmen allen Erwartungen entsprochen. Mehrfach ist ein wiederholtes Eingreifen unter Benutzung der inzwischen gewonnenen Erfahrungen nothwendig geworden. Vielfach liegen die örtlichen Verhältnisse derartig, dass auch jetzt noch für Erhaltung

der hergestellten Wassertiefen weitere Maassnahmen, besonders auf dem Gebiete der Hochwasserregulirung, wünschenswerth und zum Theil nothwendig sind. Es wird also auch künftig noch weiterer Geldmittel bedürfen, um den bestehenden Zustand überall aufrecht zu erhalten. Thatsächlich ist aber zur Zeit das in der Denkschrift vom Jahre 1879 gestellte Ziel mit den damals in Aussicht genommenen Geldmitteln voll erreicht; denn unterhalb Cöln ist bei einem Wasserstande von + 1,50 m am Cölner Pegel auf preussischem Gebiete überall die erstrebte Fahrtiefe von mindestens 3 m vorhanden und oberhalb Cöln herrscht bis St. Goar hinauf bei demselben Wasserstande überall mindestens die Fahrtiefe von 2,50 m, oberhalb St. Goar die Fahrtiefe von 2 m. Auch die Fahrwasserbreite ist fast durchweg in den Abmessungen vorhanden, die in der Denkschrift von 1879 vorgesehen waren. Schon von Cöln abwärts beträgt dieselbe — von wenigen Ausnahmen in besonders schwierigen Stromstrecken abgesehen — mindestens 150 m.

Ueber den Umfang der einzelnen Geldbewilligungen und die jährlichen Ausgaben, wie solche auf Grund der Denkschrift von 1879 stattgefunden haben, giebt die nachstehende Tabelle Aufschluss.

Tabelle 1.

Zusammenstellung der auf Grund der Denkschrift von 1879 zur Regulirung des Rheins jährlich überwiesenen ausserordentlichen Geldmittel und stattgehabten Jahresausgaben.

Etatsjahr	Ueberwiesene Geldsumme ℳ	Jahresausgabe ℳ
1880/81	1 200 000	404 665,84
1881/82	1 430 000	1 817 235,98
1882/83	1 120 000	783 419,34
1883/84	710 000	1 273 378,39
1884/85	1 400 000	1 179 406,79
1885/86	1 210 000	1 611 461,80
1886/87	1 000 000	966 992,02
1887/88	1 400 000	959 557,97
1888/89	1 200 000	1 255 142,51
1889/90	1 200 000	1 344 966,98
1890/91	1 200 000	1 186 561,01
1891/92	1 000 000	1 168 852,17
1892/93	1 400 000	1 084 323,36
1893/94	1 200 000	1 441 850,95
1894/95	1 480 000	1 598 386,73
1895/96	1 470 000	1 168 663,45
1896/97	920 000	820 606,81
1897/98	600 000	779 084,30
1898/99	860 000	783 814,53
1899	—	194 298,14
Zusammen	22 000 000 Mark	21 822 669,97 Mark.

Von den überwiesenen 22 Millionen Mark war demnach am Ende des Etatsjahres 1899 nur noch ein Betrag von 177330,03 Mark vorhanden, der im Laufe des Etatsjahres 1900, besonders auf der Felsenstrecke von Bingen bis St. Goar, zur Verwendung gelangt.

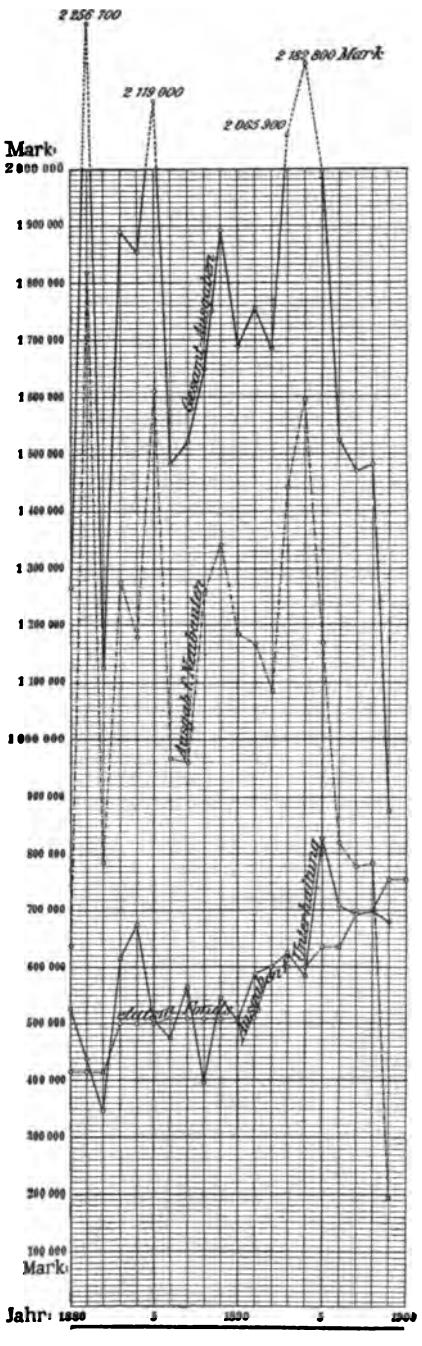


Abb. 3.

Graphische Darstellung der Gesammtausgaben von 1880 bis 1899.

Die für Unterhaltungsarbeiten ausgegebenen Beträge sind seit 1880 ebenfalls mehr und mehr gestiegen, wie aus der graphischen Darstellung in Abb. 3 hervorgeht, die einerseits die Gesammtausgaben, andererseits die Unterhaltungskosten der einzelnen Jahre seit 1880 nachweist. Die hauptsächlichsten Ausgaben erwachsen für die Unterhaltung der Strom- und Uferbauwerke des Rheins, der Pegel, Fähren und Sicherheitshäfen, der Deiche am Griether und Bislicher Canal, der Leinpfade, der Weidenpflanzungen, der Dampfboote, Baggermaschinen und sonstigen Fahrzeuge, der sämmtlichen Uferpflasterungen und sonstigen Wasserbauwerke. Für diese unter Cap. 65, Tit. 16, Ziff. I. 1 des Etats aufgeführten Unterhaltungsarbeiten sind die bereit gestellten Beträge von 415850 Mark im Jahre 1880 bis auf 755260 Mark im Jahre 1900 gestiegen, wie aus nebenstehender Darstellung ebenfalls hervorgeht. Diese Steigerung lag in der Natur der Sache. Einerseits war die Zahl der zu unterhaltenden Bauwerke grösser geworden und der Umfang der zur Aufrechterhaltung der Fahrtiefe nothwendigen Baggerungen gewachsen, andererseits sind die Preise für alle Bedürfnisse, für Arbeit sowohl wie für Material, im Laufe der Zeit wesentlich gestiegen. Welchen Einfluss grade die letztgenannte Thatsache für die Arbeitsausführungen im Laufe der Zeit annehmen musste, geht z. B. daraus hervor, dass in den Jahren 1833 und 1834 bei Wasserbauten am Weseler Altrhein an Arbeitslohn gezahlt wurden an einen gewöhnlichen Arbeiter 7 Silbergroschen pro Tag, an einen Vorarbeiter 9 Silbergroschen und an einen Baggermeister 15 Silbergroschen pro Tag, während die heutigen Tagelöhne nahezu das Fünffache betragen. Besonders seit dem Jahre 1870 sind am Rhein die Preise für Arbeit und Material stark gestiegen. Allein seit 1895 ist die Erhöhung sämmtlicher Bedürfnisse kürzlich zu rund 30 % ermittelt worden. Zufolge der grossen Tiefen, in denen die Buhnen und Deckwerke des Rheins zum Theil erbaut sind, handelt es sich heute bei einfachen Ausbesserungen einzelner, durch Eisgang oder Hochwasser hervorgerufener Beschädigungen immer um Geldsummen, mit denen früher ganze Regulirungssysteme erbaut worden sind. In Jahren mit abnormen Wasserständen reichen die für die gewöhnliche Unterhaltung durchschnittlich bemessenen Fonds daher nicht aus, sondern es werden besondere Zuschüsse erforderlich, wie dies bereits bisher der Fall war. Nach Verausgabung

der ausserordentlichen Geldmittel wird dies natürlich künftig in erhöhtem Maasse erwartet werden müssen.

Der Erfolg der Arbeiten ging weit über alles Erwarten hinaus. Allerdings waren die Erwartungen anfangs nicht sehr gross. Wohl hatte in den fünfziger Jahren die Schiffahrt, besonders auf den Nebenflüssen des Rheins, der Ruhr, Lippe und Lahn in hoher Blüthe gestanden. Der Kohlenverkehr auf der Ruhr war damals fast ebenso gross gewesen, wie der Verkehr auf dem Rhein. Aber diese Blüthe war unter dem Wettbewerb der Eisenbahnen bald beendet. Den Bequemlichkeiten gegenüber, welche die Eisenbahn dem Verfrachter und dem Frachtnehmer bot, war die Kostenersparniss, welche die Schiffahrt in der Fracht bieten konnte, zu gering.

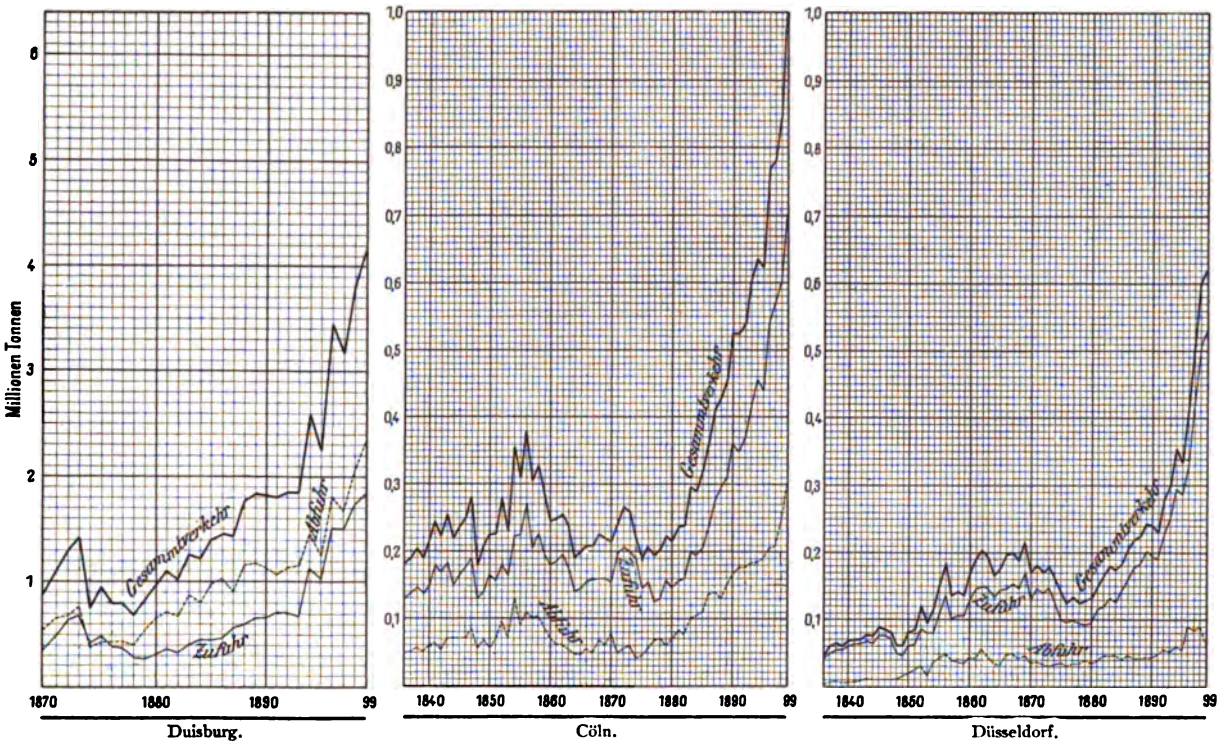


Abb. 4. Darstellung der Verkehrsentwickelung in den Häfen zu Duisburg, Cöln und Düsseldorf.

Durch schwerere oder erschwerte Ab- und Zufuhr zur Wasserstrasse ging der Frachtgewinn sogar vielfach vollständig verloren. War da nicht zu befürchten, dass auch der Rhein seine Bedeutung als Schiffahrtsstrasse werde einbüssen müssen vor dem Wettbewerb der an seinen beiden Ufern entlang ziehenden Eisenbahnen, besonders wenn diese Bahnen in eine Hand gelangten? War nicht schon 1879 in den Häfen von Duisburg, Cöln und Düsseldorf der Verkehr seit 20 Jahren fort und fort zurückgegangen? Um einen flüchtigen Ueberblick über die Verkehrsentwickelung zu geben, sind in Abb. 4 für diese Häfen die jährlichen Verkehrsmengen auf Grund der Jahresberichte der Centralcommission für die Rheinschiffahrt graphisch dargestellt worden. Zur Vervollständigung dieser Uebersicht sind in Abb. 5 auch für Ruhrort, Mannheim und Rotterdam und in Abb. 6 für den Verkehr in allen Rheinhäfen, in den deutschen Rheinhäfen und an der niederländischen Grenze die Verkehrsmengen graphisch veranschaulicht.

Aus diesen Abbildungen geht hervor, dass mit dem Zeitpunkte, wo die Herstellung einer Wassertiefe von 3 m unterhalb Cöln durch die Staatsregierung in bestimmte Aussicht genommen wurde, in den Rheinlanden und am Rhein eine Entwickelung der Industrie und des Verkehrs einsetzte, wie sie vorher nicht geahnt werden konnte. Von 1879 bis 1899 ist der Gesammtverkehr in sämmtlichen Rheinhäfen von 8473491 t auf 37295059 t, d. h. auf das 4,40fache gestiegen. In den deutschen Rheinhäfen zwischen Strassburg und Wesel beträgt die Steigerung in

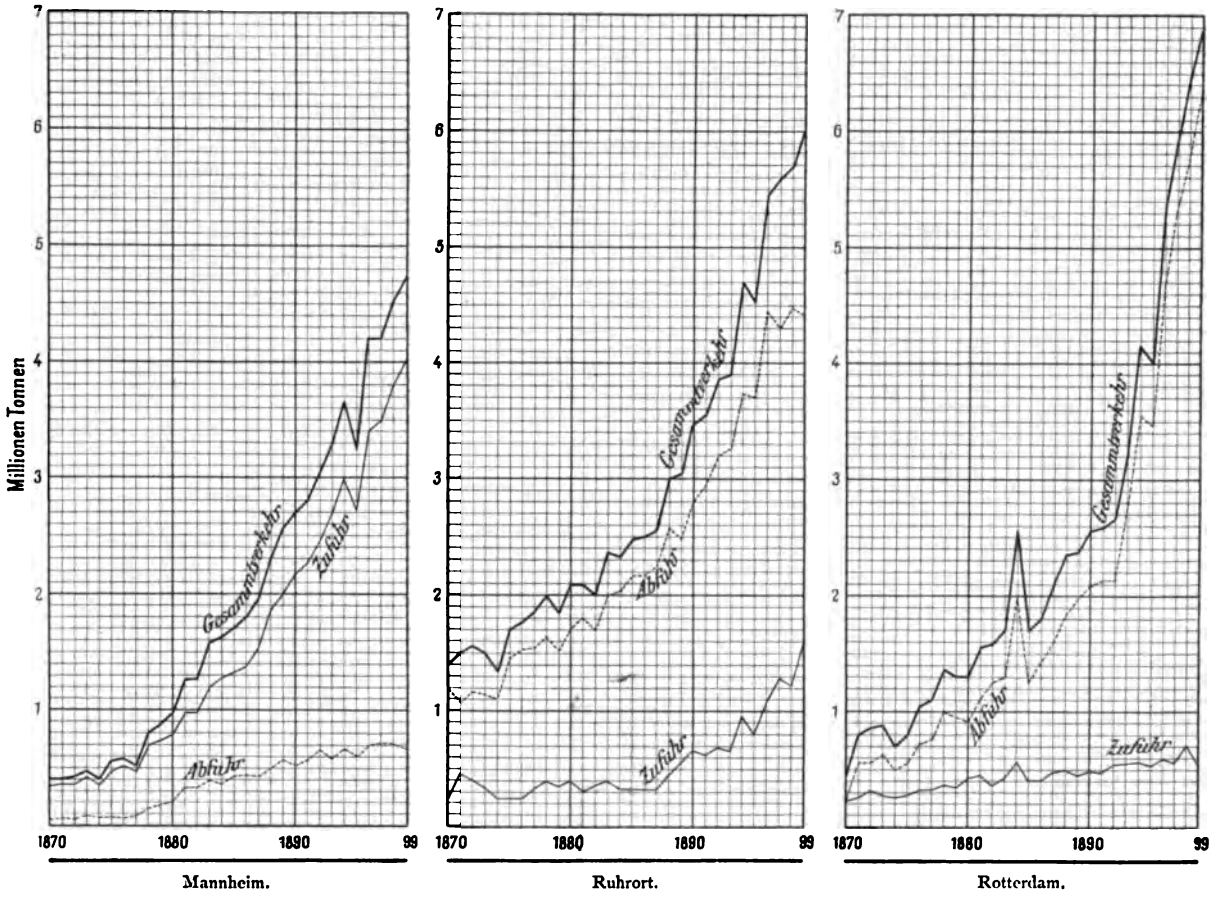


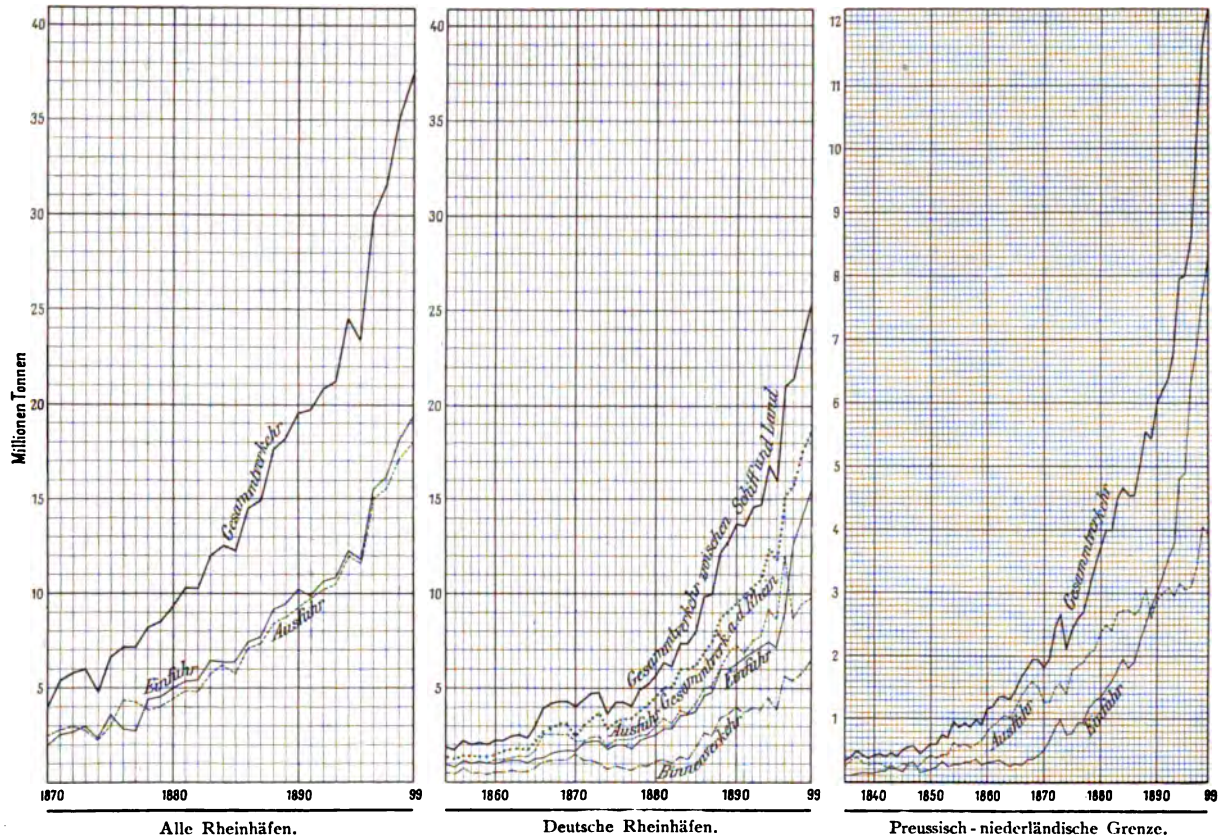
Abb. 5. Darstellung der Verkehrsentwickelung in den Häfen zu Mannheim, Ruhrort und Rotterdam.

demselben Zeitraume 491 vom Hundert (von 5101536 t auf 25093631 t), in den preussischen Rheinhäfen 457 vom Hundert (von 3410369 t auf 15578119 t).

Der Rheinverkehr an der niederländischen Grenze ist von 3371955 t im Jahre 1879 gestiegen auf 12201428 t im Jahre 1899, also um 332 vom Hundert.

Unterzieht man nicht den Gesammtverkehr, sondern das Verhältniss zwischen Zufuhr und Abfuhr einer näheren Betrachtung, so sind neben Bingerbrück und Oberlahnstein hauptsächlich Ruhrort und Duisburg als Abfuhrhäfen hervorzuheben. In den übrigen Häfen überwiegt die Zufuhr. An der niederländischen Grenze war 1879 die Ausfuhr um 162 vom Hundert grösser als die Einfuhr (1286267 t Einfuhr gegen 2085088 t Ausfuhr), während 1899 die Ausfuhr nur

48 vom Hundert der Einfuhr betrug (8249697 t Einfuhr gegen 3951731 t Ausfuhr). Die Eisenbahnen haben eben auch auf den Rheinverkehr ihren Einfluss ausgeübt, insbesondere haben die Seehäfentarife den Verkehr berühren müssen. Seit 1889 ist die Grösse der Ausfuhr ziemlich unverändert geblieben, während die Einfuhr stetig weiter gewachsen ist. Wenn die Einfuhr heute das Doppelte der Ausfuhr beträgt, so lässt diese Thatsache ahnen, welcher Entwickelung der Rheinverkehr ohne die Seehäfen- und Specialtarife der Eisenbahnen, ohne die Refaktien der Holländer entgegen gegangen wäre. Dass der vorhandene Kahnraum auf der Bergfahrt zu



Alle Rheinhäfen. Deutsche Rheinhäfen. Preussisch-niederländische Grenze.

Abb. 6. Darstellung der Verkehrsentwickelung in allen Rheinhäfen, in den deutschen Rheinhäfen und an der niederländischen Grenze.

81%, auf der Thalfahrt aber nur zu 42% ausgenutzt wird, ist kein Zeichen natürlicher Entwickelung; denn auf der Thalfahrt, die keine Unkosten verursacht, wird der Schiffer gerne für jeden Preis Fracht nehmen, wenn er sie nur bekommen kann. Vielleicht helfen die grossen Hafenanlagen, die in den letzten Jahren am Rhein entstanden sind, diesem Uebelstande dadurch aus, dass sie mit ihren grossen Speichern als Frachtsammelplätze für die Ausfuhr dienen. Alle grösseren Städte am Rhein haben heute die Bedeutung der Wasserstrasse für Handel und Industrie erkannt. Sie haben sich nicht gescheut Opfer zu bringen in einem Maasse, das einer weniger industriell veranlagten Bevölkerung gewagt erscheinen würde. Aber der Rheinländer liebt seinen Strom und weiss, dass er ihm alle Mühen und Opfer tausendfach dankt.

Ein weiterer wesentlicher Erfolg, den die Regulirung des Rheinstroms mit sich gebracht hat, liegt in der Hebung der allgemeinen Landescultur, in der Sicherung des Besitzstandes und in der Festlegung der Stromufer. Während in früheren Zeiten bei hohem Wasserstande regelmässig die Deiche brachen, die Fluren versandeten und viele Dörfer wochenlang im Wasser lagen, ist es im Laufe der letzten 50 Jahre möglich gewesen, die alten Deiche so auszubauen, dass sie widerstandsfähiger wurden, und das gesammte Deichnetz stromauf derart zu verlängern und auszudehnen, dass heute zwischen Cöln und der niederländischen Grenze das natürliche Ueberschwemmungsgebiet des Rheins von 908 qkm bei höchstem Hochwasser auf 499 qkm, bei Sommerhochwasser auf 174 qkm beschränkt ist. 64599 ha Vorland sind gegen Sommerhochwasser, 40930 ha gegen höchstes Hochwasser geschützt. Von den 446,20 km langen Deichen, die auf dieser Strecke im ganzen vorhanden sind, wurden bisher 224,80 km als Banndeiche und 96,80 km als Sommerdeiche ausgebaut. Eine derartige Bauthätigkeit wäre ohne gleichzeitige Verbesserung der Vorfluth im Hauptarme, d. h. ohne eine Regulirung des Stromlaufs gar nicht durchführbar gewesen. Die steigende Cultur und Besiedelung des Rheinthals steht also mit den Arbeiten der Strombauverwaltung in unmittelbarem Zusammenhange. Seit dem Jahre 1889, wo der Strombauverwaltung die Ueberwachung der freien Vorländer übertragen wurde, besteht sogar ein wesentlicher Theil der zu erledigenden Arbeiten für die Strombauverwaltung in Ermittelung und Feststellung der Grenzen, bis zu denen die Eindeichung, die Aufhöhung und Besiedelung der Vorländer nachgegeben werden kann. Der Werth des Grund und Bodens ist im Laufe der Zeit ausserordentlich gestiegen und ist dicht am Strome, wo früher jeder Besitz bei Hochwasser und Eisgang in Frage gestellt war, heute nach Festlegung der Stromufer vielfach unschätzbar geworden. Die künstlichen Anschüttungen und die Anlandungen, die im Schutze der Strombauwerke entstanden sind, bieten für den Staat daher einen nicht unwesentlichen Ersatz für die Opfer, welche gebracht werden mussten, um das im Laufe früherer Zeit übermässig breit gewordene Strombett auf angemessene Breitenmaasse zurückzuführen, zumal der Werth der gewonnenen Ländereien, die im ganzen eine Fläche von etwa 3300 ha umfassen werden, von Jahr zu Jahr zunimmt.

Dass durch die Regulirung schädliche Rückwirkungen auf die Höhe des Grundwasserstandes oder auf die Höhe des Hochwassers ausgeübt sein sollten, dafür fehlt am Rhein jeder Anhalt. Von keiner Seite sind bisher Klagen in dieser Richtung hervorgetreten. Auch die im Jahre 1883 auf Ersuchen des Reichstages einberufene Reichscommission, die prüfen sollte, ob und inwieweit die Stromverhältnisse auf die sich häufenden und ungewöhnlich verderblichen Hochfluthen des Rheins von Einfluss gewesen seien, hob in ihrem Schlussbericht vom 9. October 1891 (Seite 62) hervor, dass ihr am preussischen Rhein von Beschwerden der Anwohner in dieser Beziehung nichts bekannt geworden sei. In sehr ausgedehntem Maasse bedeuteten die Regulirungswerke am Niederrhein vielmehr zugleich einen wirksamen Uferschutz, ja auf vielen Strecken habe die Wasserbauverwaltung die brüchigen Ufer erst befestigt und unregelmässig gestaltete Ufer ausgebaut, bevor zur Anlage von Einschränkungswerken geschritten worden sei. Es habe sich daher nirgendwo ein Anlass gefunden, bezüglich der den Schiffahrtszwecken dienenden Correctionswerke einschränkende Maassnahmen vorzuschlagen.

Die am 1. Januar 1851 eingesetzte Strombauverwaltung unterstand dem Oberpräsidenten der Rheinprovinz, bis Ende Juni 1851 also von Auerswald, danach bis 1858 von Kleist-Retzow, bis 1871 von Pommer-Esche, bis 1889 Dr. von Bardeleben, bis 1890 dem Freiherrn von Berlepsch und seitdem dem Wirklichen Geheimen Rath Nasse zu Coblenz.

Die technischen Fragen wurden im Ministerium zu Berlin durch die Geheimen Ober-Bauräthe G. Hagen bis Ende 1855, Anders bis 1860, Grund bis 1886, Lange bis zum 1. October 1900 und seitdem durch den Geheimen Baurath Röder vertreten, während die technische Leitung und Beaufsichtigung der Arbeiten in Coblenz den Strombaudirectoren Nobiling bis 1877, Berring bis Ende 1894, Schattauer bis 1896 und seitdem dem Geheimen Baurath Müller übertragen gewesen ist. Gross ist die Zahl derer, die als Localbaubeamte, Hülfsarbeiter oder specielle Bauleiter an den Arbeiten betheiligt gewesen sind. Boten die Arbeiten einerseits reiche Gelegenheit gesammelte Erfahrungen zu verwerthen oder hervorragendes Geschick zu bethätigen, so wurden sie andererseits für alle Mitwirkenden eine Schule der Erfahrung, eine Quelle reichen Wissens und vielfach der Ausgangspunkt segensreichen Schaffens auch unter anderen Verhältnissen an anderen Strömen des preussischen Staates.

A. Die Hülfsmittel der Regulirung.

Wer heute den Rheinstrom in festen Ufern sicher geführt dahinziehen sieht, ahnt kaum die Unsumme von Misserfolgen früherer Zeiten oder die unendliche Mühe, deren es bedurft hat, die Bauweise der Regulirung den auch heute noch unbekannten Naturgesetzen anzupassen, die in der Bewegung des fliessenden Wassers zum Ausdruck kommen. Reich an Enttäuschungen ist der Weg, der im Laufe der Zeit verfolgt worden ist, ehe er zu den heute allgemein anerkannten, leitenden Gesichtspunkten und Grundsätzen geführt hat. Es verlohnt sich, diese Entwickelungen und Irrfahrten etwas eingehender zu verfolgen, um die Berechtigung der Gesichtspunkte, die heute als maassgebend betrachtet werden, würdigen zu können.

1. Vor 1764. Vor dem Jahre 1764 gab es keine preussische Wasserbauverwaltung, gab es keinen Wasserbau am preussischen Rhein. Was man vor 1764 Wasserbau nannte, bestand in vereinzelten Uferdeckungen der landesherrlichen Domänen, in der Verwaltung und Förderung der Königlichen Warden, in der Unterhaltung der Königlichen Sommerdeiche, Schleusen und Fährköpfe und war den Pächtern der landesherrlichen Domänen übertragen. Die Bauten beschränkten sich auf kurze „declinante“ Kribben mit senkrechten Böschungen, auf „Ritzen“, „Scheeren“, „Rauschen“ und vor allem auf Weidenpflanzungen. Der Stromlauf ging im allgemeinen frei und ungehindert den Weg seiner natürlichen Entwickelung. Welcher Art dieser Entwickelungsgang war bei einem Strome wie der Rhein, der im leichten Alluvialboden unterhalb Bonn bei Hochwasser ausserordentliche Wassermassen mit theilweise reissender Strömung zu Thal führte, das kennzeichnet uns ein flüchtiger Blick auf die Thalniederung, wie sie noch heute besteht. Die Vorländer und die heute eingedeichten Flächen sind von einer Unzahl alter Stromarme durchzogen, die noch weite Wasserflächen bilden. Das Netz dieser alten Stromarme, die früher mehr oder minder grosse Wassermassen des Rheins aufnahmen, liegt in der alten Grafschaft Mörs oder unterhalb Xanten so dicht, dass es schwierig ist, von dem früheren Zusammenhange der einzelnen Rinnsale eine klare Vorstellung zu gewinnen. Die

in Abb. 7 gegebene Skizze vom Rheinthale, wie es nach den Generalstabskarten heute zwischen Xanten und Emmerich aussieht, lassen dies annähernd erkennen. Geschichtliche Ueberlieferungen über die einzelnen Aenderungen sind nur spärlich vorhanden. Die Veränderlichkeit des Stromlaufs vollzog sich meist allmählich; sie galt auch als etwas so Natürliches und Unabänderliches, dass darin nichts Besonderes erblickt wurde. Jahr für Jahr riss der Strom bei hohem Wasser bald hier, bald dort das Vorland auf und versandete die Fluren, so dass kein Thalbewohner seines Besitzes sicher war. Jahr für Jahr brach der Strom in seinen Uferbuchten Morgen für Morgen des fruchtbarsten Wiesenbodens ab, um an seinem ausspringenden Ufer Kies und Sand abzulagern, wie dies an unregulirten Strömen noch heute der Fall ist. Dem Angriff des Stromes entgegen zu treten, dem Abbruch des Ufers zu wehren, war der Einzelne nicht im stande. Alle Einzelversuche hatten vielmehr den entgegengesetzten Erfolg gehabt,

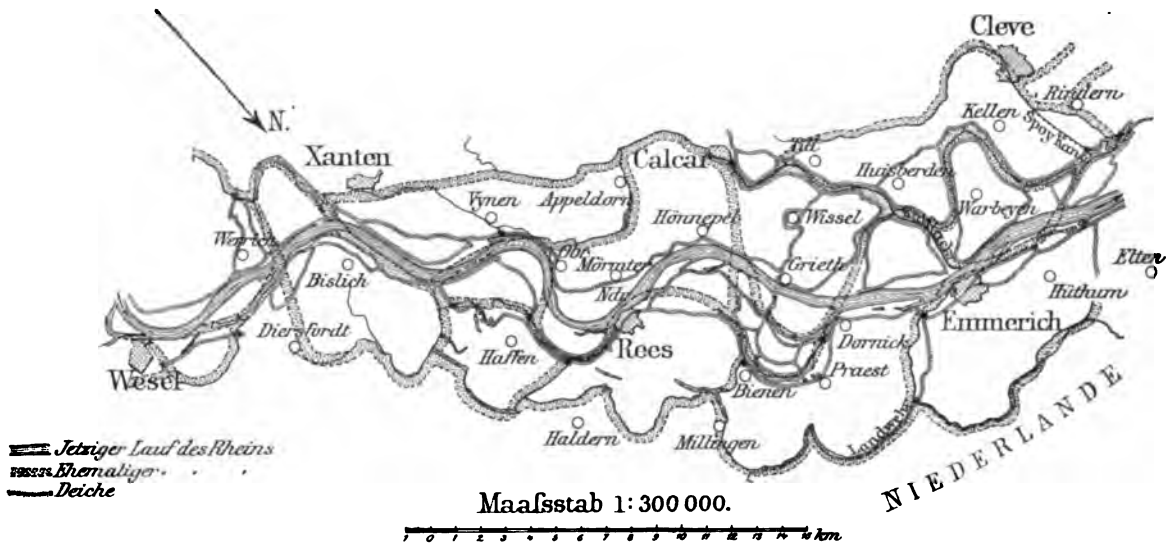


Abb. 7. Die früheren und jetzigen Rheinarme von Wesel bis Elten.

dass der Angriff des Stromes nur noch stärker wurde. Auch die Deichstühle legten ihren Deich, wenn er in Gefahr kam, lieber zurück, als dass sie den aussichtslosen Kampf mit dem Elemente aufnahmen. Der Staat that für den Strom nur wenig. Auf Grund eines alten Rechtsgrundsatzes hat sogar am Rhein sich das Entgegengesetzte vollzogen und vielfach die Gesammtlage sich nur verschlimmert. Nach dem römischen Recht fielen nämlich sämmtliche Inseln, die sich im Rhein bildeten, dem Landesherrn zu. Von diesen Inseln wurde, wie es aus alten Karten von 1631 und 1634 hervorgeht — vergl. Abb. 8 —, immer feierlich Besitz ergriffen. Sie wurden alsbald mit Weiden und anderem Gesträuch zum Zeichen ihrer Besitznahme bepflanzt, auch wohl — wie Kaiserswerth oder die Pfalz bei Caub — mit Burgen und Schlössern bebaut. In den Kriegen des Mittelalters, besonders im dreissigjährigen Kriege, spielten die mit Schanzen besetzten Inseln oft eine wesentliche Rolle. Die Weiden gediehen meist rasch und sammelten neue Anlandungen, da sich Inseln meist nur da zu bilden pflegen, wo der Stromangriff nur gering ist und von Natur aus schon die Neigung zu Anlandungen besteht. Die fortschreitende Erweiterung dieser Pflanzungen hat am Niederrhein dazu geführt, dass vor 150 Jahren in den

gekrümmten Stromstrecken des Bezirks Cleve an allen ausspringenden Ufern des Rheins grosse Domanialgrundstücke bestanden, die fort und fort sich vergrösserten, während das gegenüber liegende Land im Abbruch lag. Die Windungen des Stromes verschärften sich von Jahr zu Jahr. In den graden Stromstrecken dagegen, wo das Ufer dem Wellenschlage nur geringen Widerstand bot und der Strom übermässige Breiten annahm, führte die fortgesetzte Bepflanzung

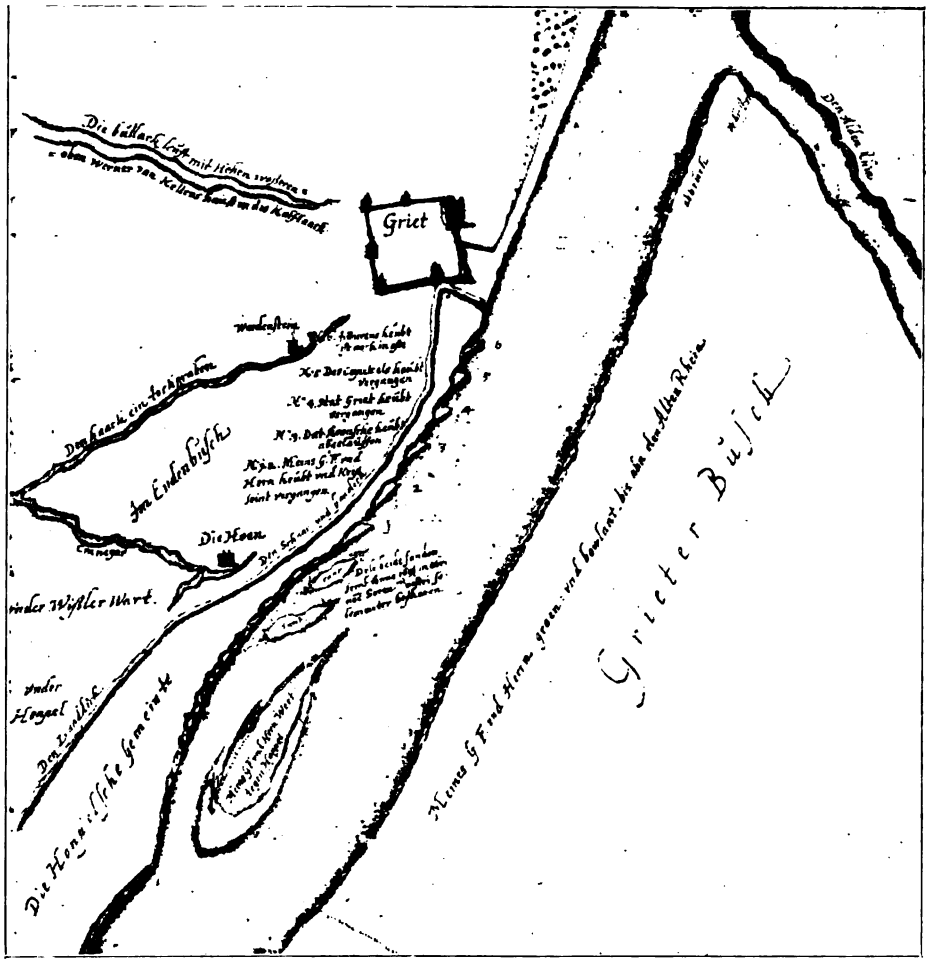


Abb. 8. Die Gegend bei Grieth im Jahre 1631
nach Jordan von der Weyhe.

und Befestigung der Mittelsände schliesslich zu einer Reihe von Stromspaltungen und zu einer derartigen Verwilderung des Stromlaufs, dass allein im Bezirk Cleve, d. h. auf rund 90 km Stromlänge, 1763 im ganzen 25 grössere Inseln vorhanden waren. Im Bezirk Cleve, welcher damals von der niederländischen Grenze bis Angerort oberhalb Duisburg hinaufreichte, gehörten beide Ufer grösstentheils demselben Landesherrn. Hier wurde noch einige Rücksicht auf das gegenüber liegende Ufer genommen. An den oberen Strecken, wo der Rhein die Landesgrenze zwischen dem Herzogthum Berg, der Grafschaft Mörs, dem Erzbisthum Cöln u. s. w. bildete, hörte meist auch diese Rücksicht auf und finden die vielen ausgedehnten scharfen Windungen des

Stromlaufs zwischen Worringen und Düsseldorf wohl grösstentheils im allmählichen Vortreiben der convexen Ufer ihre Erklärung. Ein Gutachten des Wasserbaumeisters Bilgen vom Jahre 1750 hebt z. B. hervor, dass zwischen Neuss und Budberg allein an drei Stellen derartige Pflanzungen angelegt seien (gegenüber Uerdingen, oberhalb Kaiserswerth und oberhalb Düsseldorf). Auch die Geländebildung lässt heute noch erkennen, wie das convexe Ufer im Laufe der Zeit weiter vorgedrungen ist, wie die Stromwindungen sich verlängert und verschärft haben.

Die Besitzer des abbrüchigen concaven Ufers waren solchem Vorgehen gegenüber thatsächlich machtlos. Wie wenig die Technik in früheren Zeiten im stande war, ein abbrüchiges Ufer gegen den Strom zu schützen, dafür bietet das Glacis der Festung Wesel das bekannteste Beispiel. Aus Abb. 9 ist ersichtlich, wie die Festungswälle hier dem Angriff des Stromes ausgesetzt waren. Mit allen Mitteln war man bestrebt, das Ufer zu halten. Gewaltige Deckwerke aus Faschinenpackwerk wurden bei 50 Fuss Wassertiefe vor dem ganzen Ufer angelegt, und doch sanken die Deckwerke in den Strom, als die Wassertiefe von 50 auf 63 Fuss zunahm und damit den mächtigen Deckwerken der Grund und Boden, auf dem sie ruhten, entschwand.

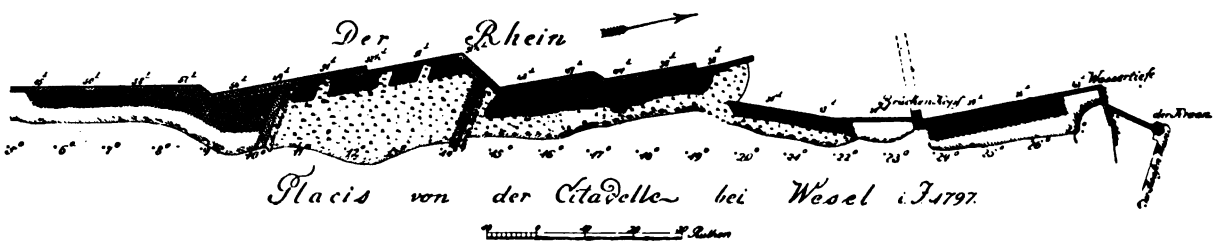


Abb. 9. Uferbefestigung vor Wesel im Jahre 1797
nach Eversmann.

Doch ist dies nicht das einzige Beispiel. Aehnlich war die Lage an der alten niederländischen Grenzfestung Schenkenschanz auf der früheren Theilungsspitze der Waal und des Rheins (Abb. 10), bis im Jahre 1711 der Strom den Trennungsdamm zwischen Waal und Rhein durchbrach und der Lobither Altrhein versandete. Die Feste Schenkenschanz kam auf das linke Rheinufer zu liegen und die Reste derselben finden sich heute über 1000 m vom Rhein entfernt.

Fast alle Städte am Rhein haben ähnliche Katastrophen erlitten. Auch Duisburg und Rheinberg, Xanten und Neuss lagen einst dicht am Rhein oder wenigstens an grösseren Rheinarmen. Dass die Stadt Rees noch steht, verdankt sie hauptsächlich dem thatkräftigen Eingreifen des Grossen Kurfürsten, der die Herrlichkeit Rönne ankaufen und einen Durchstich oberhalb Rees anlegen liess.

Ein Durchstich war in der That das einzige Mittel, um der schweren Gefährdung stark gekrümmter Uferstrecken abzuhelfen. Es war dasselbe Mittel, welches der Strom in seiner natürlichen Entwickelung wählte, wenn er seine Windungen bis zum Uebermaass ausgebildet hatte. So durchbrach der Rheinstrom 1647 die Landzunge gegenüber Rheinberg (Abb. 11) und wenige Jahre später das Emmericher Eiland zwischen Dornick und Emmerich (Abb. 12). In beiden Fällen vollzog sich damit eine Begradigung des Stromlaufs, die Strömung folgte der kürzeren Richtung, die alten scharf gewundenen Stromstrecken verlandeten allmählich, der Abbruch der Ufer in den alten Stromarmen hörte auf. Diese Erfahrungen waren es wohl im wesentlichen, die zur Anlage von künstlichen Durchstichen Anlass gaben. So wurde unter dem Grossen Kurfürsten — wahrscheinlich 1677 — der schon erwähnte Durchstich oberhalb Rees, unter Friedrich dem Grossen

1784 der Durchstich bei Wesel, 1788 der Durchstich bei Bislich gegenüber Xanten und 1819 der Durchstich bei Grieth künstlich angebahnt. Die Ausführung von Durchstichen war in früherer Zeit einfach. Ein unschuldiger Graben von nur geringen Abmessungen, ein schlecht unterhaltenes oder blossliegendes Vorland genügte unter Umständen, um dem Strome neue Bahnen zu ermöglichen. Bei Rheinberg soll ein neu aufgeworfener Grenzgraben den ersten Anlass zum Durchbruch des Rheins gegeben haben. Das übrige besorgte der Strom aus eigener Kraft. Allerdings wuchs seine Geschiebeführung ausserordentlich, da er die Sandmassen des Durchstichs stromabwärts führen und vertheilen musste. Hier erhoben sich neue Inseln, dort entstanden tiefe Kolke, aber im Laufe der Zeit bildete sich doch eine regelmässigere Strombahn aus.

Abb. 10. Die Stromspaltung des Rheins bei Schenkenschanz im Jahre 1631
(nach der Stromkarte des Geographen Jordan von der Weyhe).

Nicht unwesentlich sind zwar die Abkürzungen, die der Stromlauf auf diese Weise erhielt, aber insofern die Stromwindungen durch Bepflanzung der convexen Ufer vorher künstlich verlängert worden waren, hatte der Strom vorher eine zu grosse Länge angenommen. Durch die Verkürzungen mittels Durchstiche wurde nur ein gewisser Ausgleich herbeigeführt, der sich am Rhein im grossen und ganzen noch in angemessenen Grenzen bewegte. Der Nachtheil, den eine übermässige Begradigung sonst im Gefolge hat, dass eine Beweglichkeit der Sohlenform eintritt, wie am Oberrhein von Basel bis Speyer, ist am Rhein auf preussischem

Gebiet nicht hervorgetreten. Die Sohle lag und liegt hier vielmehr im allgemeinen fest und erfährt nur geringe Veränderungen.

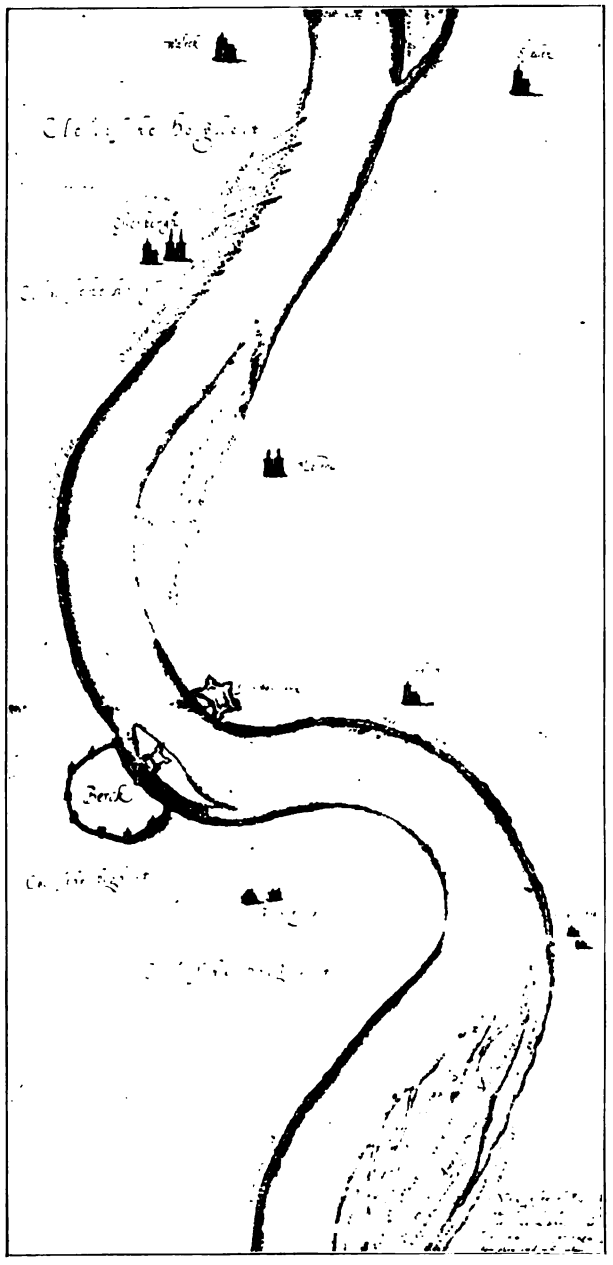


Abb. 11. Der Rheinstrom bei Rheinberg („Berck") im Jahre 1631

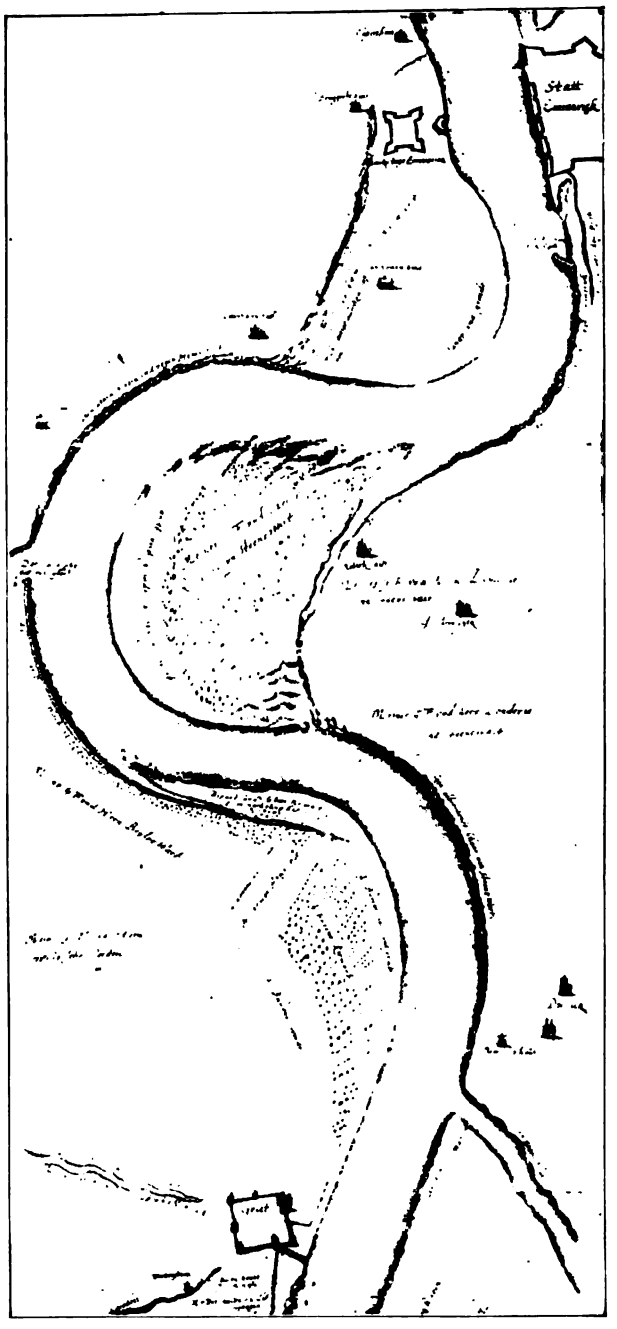


Abb. 12. Der Rheinstrom von Grieth bis Emmerich im Jahre 1631

(nach der Stromkarte des Geographen Jordan von der Weyhe).

Ein Rückblick auf die vorstehenden Erörterungen zeigt, dass die Entwickelung des Strombaues bis zum Jahre 1764 hin also im wesentlichen auf dem Gesichtspunkte beruhte, die An-

landungen zu befördern, ohne dem Abbruche entgegen zu treten. Das Ergebniss bestand in einer Verschärfung der Windungen, Verstärkung des Abbruches und der Geschiebeführung, sowie vor allem in der Ausbildung einer Reihe von Stromspaltungen. Dass eine derartige Entwickelung weder der Vorfluth noch der Schiffahrt von Nutzen sein konnte, liegt auf der Hand. Am Ufer, wo jeder Besitz gefährdet war, trat das Verlangen nach festen Schutzdeichen in steigendem Maasse hervor, die Seeschiffahrt Cölns war dahin.

2. Von 1764 bis 1794. Der König Friedrich der Grosse machte gleich nach Beendigung des siebenjährigen Krieges diesem Zustande ein Ende, indem er 1764 die landesherrlichen Warden der Wasserbauverwaltung unterordnete, den Hauptpächtern und Administratoren den Wasserbau entzog, die Specialkassen auflöste und dafür eine Haupt-Ward- und Wasserbaukasse errichtete, den Strom in zehn Wasserbau-Aufsichtsbezirke eintheilte und dem Wasserbaumeister Bilgen die ganze Direction des cleveschen Wasserbaus übertrug. Als Bilgen dann nach Düsseldorf in bergische Dienste ging, folgte ihm in Cleve der Ober-Deichinspector Bach als Kriegsrath bei der cleveschen Kammer.

Mit dieser Umgestaltung der Verwaltung beginnt die Entwickelung der Stromregulirung am Rhein. Von 1764 an bis 1794 hin, wo das linke Rheinufer an Frankreich abgetreten wurde, nahm die systematische Bearbeitung der Stromregulirung einen ausserordentlichen Aufschwung. Ueber die Art und Weise, wie sich der Regulirungsgedanke und die Bauweise allmählich entwickelte, giebt eine Handschrift des Regierungs- und Bauraths Eversmann vom Jahre 1821 (im Archiv der Strombauverwaltung zu Coblenz), die in eingehender Weise die einzelnen Bauausführungen dieser Zeit bespricht, ausführlichen Aufschluss. Aehnliche Beschreibungen liegen von 1798 im Handbuch der Wasserbaukunst von Wiebeking und Kröhnke vor, so dass wir über die Versuche und Erfahrungen, die in dieser ersten Regulirungszeit am Rhein gemacht wurden, ziemlich gut unterrichtet sind. Es lohnt sich, ihnen wenigstens in den Hauptzügen zu folgen.

Ohne Zweifel lag der grösste Uebelstand in den vielfachen Stromspaltungen. Der Vorfluth wie der Schiffahrt erwuchsen durch sie die grössten Schwierigkeiten; denn während einerseits durch sie die Bildung von Eisversetzungen erleichtert, der gleichmässige Eisaufbruch dagegen erschwert wurde, so war andererseits selbst im Hauptarme in den Stromspaltungen nicht dieselbe Wassertiefe zu erwarten, wie im einheitlichen ungetheilten Strome. Die ersten Maassnahmen Bilgens richteten daher sich auf die Vereinigung aller Wassermassen in einen einzigen Stromarm, auf die Herstellung eines einheitlichen Stromschlauches. Bis 1781 waren von den 25 Inseln, die im Bezirk Cleve 1765 bestanden, schon 19 Inseln ans Ufer angeschlossen, so z. B. die Werthhauser Ward, die Inseln bei Alsum, Büderich, Perrich, die Römerward bei Wesel, die Carthäuser Graf-Insel, die Hollandsward, die Reeser Welle, der Dornicksche Poll, der Ravenpoll, Mittelpoll, die Friedrichsward, die Salmorter Welle u. a. m. Ebenso wurden auch im bergischen Gebiet eine Reihe von Stromspaltungen beseitigt, so der Wittlaer Werth bei Kaiserswerth, die Golzheimer und Karl Theodor-Insel bei Düsseldorf, die Insel bei Langst und Rheidt, der Gravenwerth u. s. w. Bei manchen Inseln mussten die Anschlüsse mehrmals wiederholt werden, da der Strom sie durchbrochen hatte. In manchen Stromarmen mussten mehrere Coupirungen angelegt werden, wenn der Ueberfall des Stromes über eine einzelne zu stark war. Bis zu welchem Grade der Leistungsfähigkeit man bei diesen Arbeiten gelangt war, zeigt die im Jahre 1777 ausgeführte Coupirung des Flürenschen Canals unterhalb Wesel, die bei 670 m Länge an beiden Enden begonnen und bei 20 m Wassertiefe zum Schluss gebracht wurde (Abb. 13). Im Jahre 1794 bestand im cleveschen Gebiet nur noch die „Budberger Drab"-Insel bei Uerdingen, die 1795 von den Franzosen befestigt wurde und im Kriege eine Rolle spielte.

Es ist nicht zu verkennen, dass die rücksichtslose Durchführung des Grundgedankens, ein einheitliches Strombett zu schaffen, ganz erheblich zur Förderung der Vorfluth und Verbesserung der Schiffbarkeit des Stromes beigetragen hat.

Der zweite Uebelstand, der sich am Rhein geltend machte, war der starke und unaufhaltsam vorschreitende Abbruch der Ufer, besonders in den scharf gekrümmten Strom-

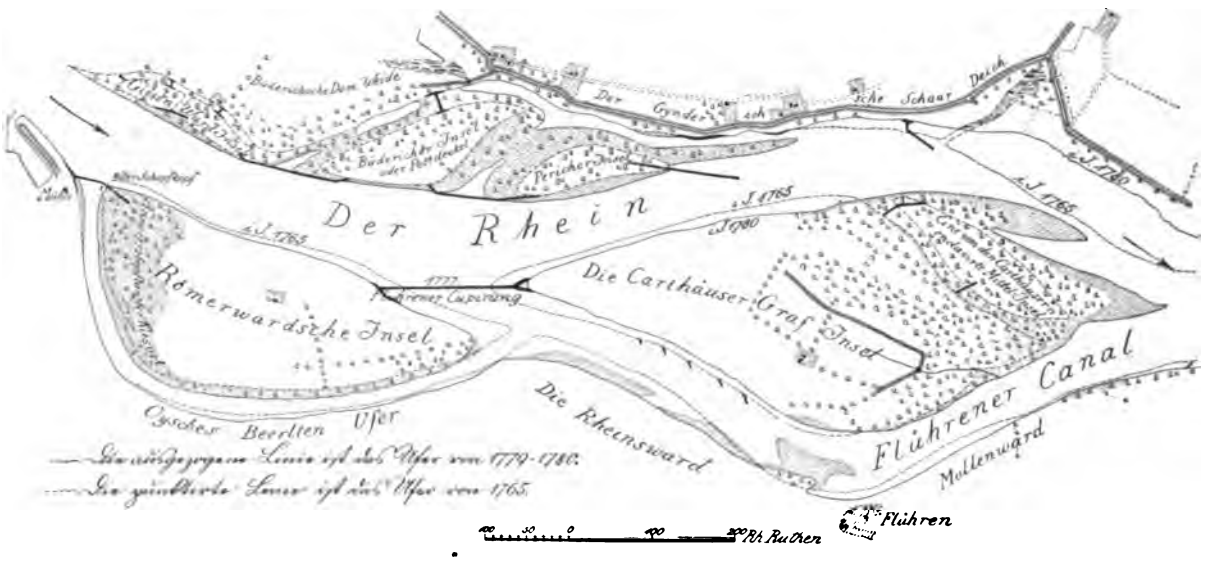


Abb. 13. Die Coupirung des Flürener Canals unterhalb Wesel im Jahre 1777
(nach Eversmann).

strecken. Die Frage, wie ein dem Stromangriffe ausgesetztes Ufer dauernd vor Abbruch zu schützen sei, war wesentlich schwieriger zu beantworten und ist überhaupt damals nicht voll gelöst worden. Was man erreichte, beschränkte sich auf die Sicherung grader oder nahezu

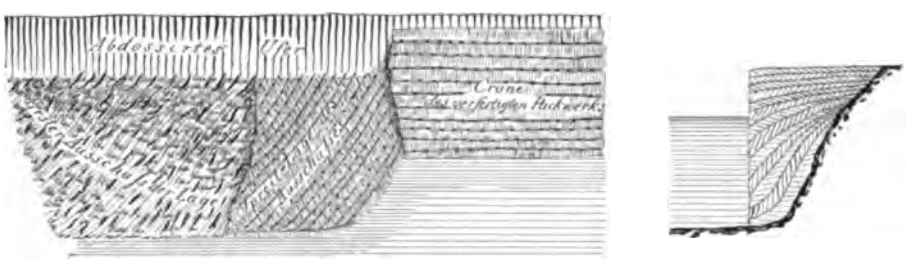


Abb. 14. Construction der Bleeswerke am Rhein vor 1744
(nach Eversmann).

grader Uferstrecken gegen Abbruch; in starken Krümmungen erwies sich die ausschliessliche Verwendung von Faschinenpackwerk als unzureichend.

„Bleeswerke" nannte man am Niederrhein die am Ufer entlang zusammenhängend ausgeführten Deckwerke aus Faschinen, bei denen zur Festigung ihres Zusammenhanges im Gegensatze zu der in Holland üblichen Bauweise nicht die Stammenden, sondern die Spitzen der

Faschinen nach dem Strome zu ausgelegt wurden. Sie bestanden aus einzelnen vom Ufer aus vorgestreckten und mit Belastungserde versenkten Faschinenlagen und deckten die ganze Höhe des abbrüchigen Ufers (Abb. 14). Ihre Breite war gewöhnlich um 10 Fuss grösser als die Wassertiefe vor dem Ufer. Die Böschung nach dem Strome zu war anfangs lothrecht. Aber die schlechten Erfahrungen, die mit diesen senkrechten Bleeswerken gemacht wurden, führten schon 1744 zu der Verordnung, das Packwerk nicht mehr nach holländischer Art senkrecht aufzuholen, sondern im Verhältnisse 1:1 geböschte Bleespackwerke anzulegen (Abb. 15). Allerdings wurde die Ausführung der Werke dadurch wesentlich schwieriger, da die unteren Lagen viel weiter in den Strom hinein

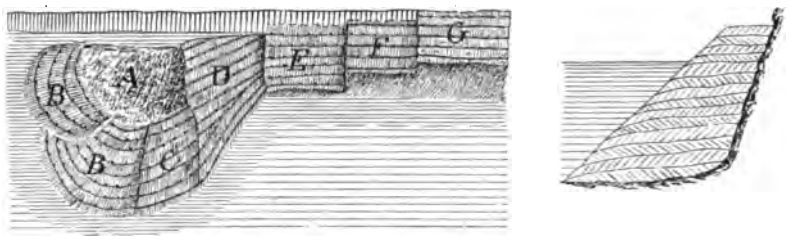


Abb. 15. Construction der Bleeswerke am Rhein von 1744 bis 1794
(nach Eversmann).

A Erster Ausschuss; *B* Aufgezogene Ausschusslage; *C* Erste Spreitlage des bekiesten Ausschusses; *D* Zweite Spreitlage des Ausschusses; *E* Erste Decklage; *F* Zweite Decklage; *G* Dritte Decklage.

verlegt werden mussten, aber man half sich dadurch, dass die Packwerke nunmehr buhnenartig stromab am Ufer entlang vorschreitend hergestellt wurden. Dieses Vorgehen erleichterte die Arbeiten sehr, das geböschte Packwerk erwies sich auch besser als das lothrechte. Doch nahm auch vor ihnen die Geschwindigkeit und die Tiefe des Wassers noch fast ebenso stetig zu wie früher. Um die reissende Strömung vom Ufer abzulenken, führte man die Uferlinie dann in Zickzackform aus, so dass es aus lauter stark declinanten Buhnen zusammengesetzt erschien.

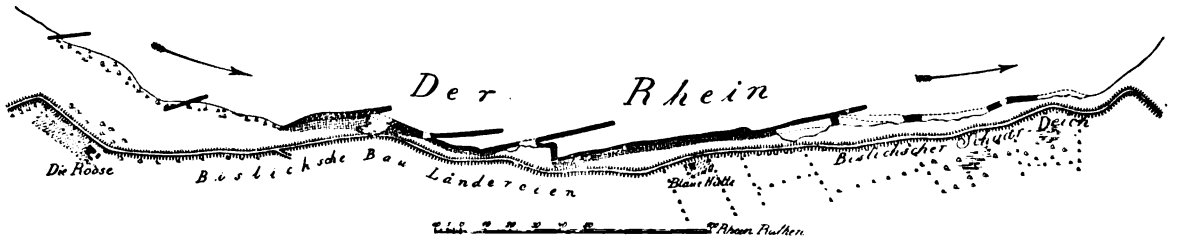


Abb. 16. Uferdeckung vor dem Bislicher Schaardeich, Zustand im Jahre 1779
(nach Eversmann).

So war das Ufer am Weseler Glacis schliesslich in ganzer Länge gedeckt (vergl. Abb. 9), bis man hier, als die Wassertiefe fortschreitend bis 20 m und darüber hinaus zunahm, als ein Stück der kostbaren Deckwerke nach dem andern im Strome versank, schliesslich zur Ausführung des Durchstiches seine Zuflucht nahm. Aehnlich war die Sachlage in vielen anderen Strecken (vergl. Abb. 16).

Bei Wesel und sonst wirkt dabei ein eigenartiger Grundgedanke mit, der sich durch alle auf die Regulirung starker Stromkrümmungen gerichteten Bestrebungen der damaligen Zeit hindurchzieht. Indem Bilgen nämlich den Kiesrücken, welcher sich am unteren Ende des convexen Ufers stromabwärts landzungenartig in den Strom hinein zu erstrecken pflegte, durch lange Richtwerke aus Faschinenpackwerk zu befestigen und zu erhöhen suchte, wollte er die

Strömung auf das gegenüber beginnende convexe Ufer richten, also vom nächst unterhalb gelegenen concaven Ufer ablenken und hinter dem Richtwerke Verlandung erzielen. Nach Ausbildung dieser Verlandung durch Rauschen und Pflanzungen sollte vom unteren Endpunkte derselben mit einem neuen Richtwerke vorgegangen und so fortgefahren werden, bis das auf der Convexen liegende Sandfeld abgebrochen und vor dem abbrüchigen concaven Ufer ein breites Vorland gewonnen wäre. Auf diesem Grundgedanken beruhte der Bau der Abrahamskribbe oberhalb Wesel (Abb. 17), des Ginderichschen Richtwerks bei Perrich, das Richtwerk an der Hübsch gegenüber Obermörmter u. a. Der Erfolg dieser oft weit in den Strom vorspringenden, stark declinanten Werke war eine gute Verlandung hinter den Werken selbst. Der Strom hat

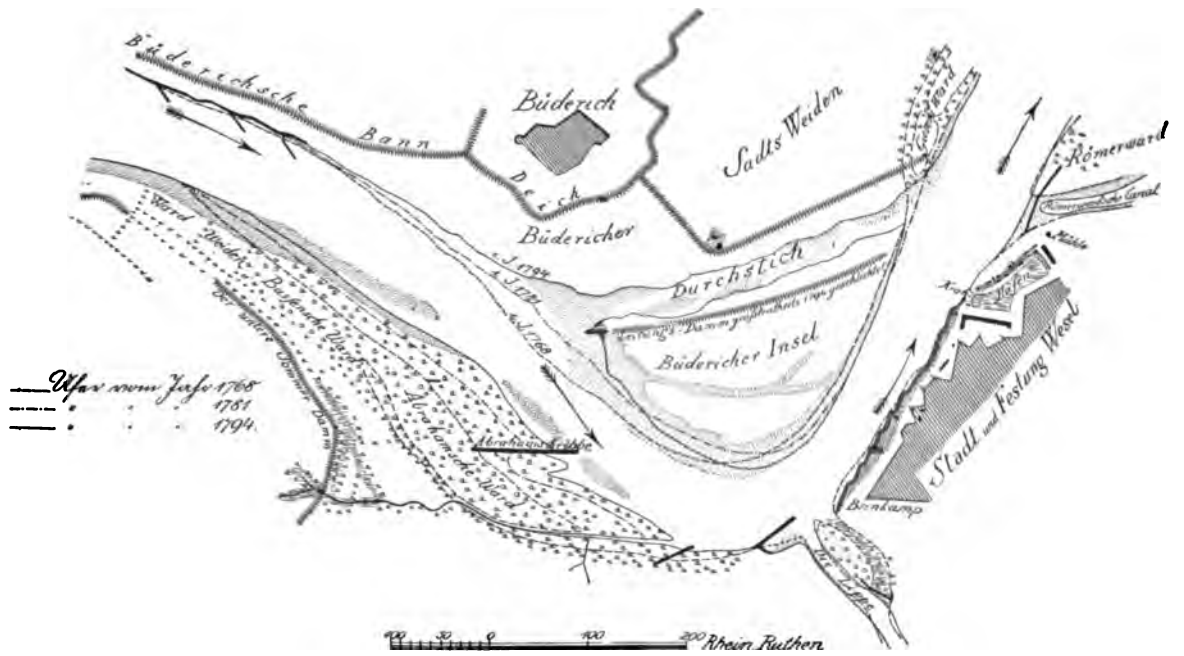


Abb. 17. Die Abrahamskribbe oberhalb Wesel mit den Ergänzungswerken bis zur Lippemündung, Zustand im Jahre 1768, 1781 und 1794
(nach Eversmann).

thatsächlich auch den gegenüber liegenden oberen Theil der convexen Sandbänke zum Abtrieb gebracht, aber damit war die Wirkung auch am Ende. Bei Fortsetzung des Systems in den Concaven versagten die weiteren Werke und nirgends ist es gelungen, vor dem concaven Ufer ein Vorland zu erzeugen. Im Gegentheil hatte die Vorschiebung des Ufers am Beginn der Concaven schliesslich nur eine Verschärfung der Krümmung und damit eine Verstärkung des Stromanfalles in der Krümmung zur Folge.

Wesentlich günstiger endeten die Versuche, dem Abbruch der Ufer in graden oder schwach gekrümmten Stromstrecken vorzubeugen. Die alten Buhnen oder Kribben, die in stark declinanter Richtung angelegt zu werden pflegten und schon in den Karten von 1631 mehrfach am Rhein vorkommen (vergl. Abb. 8), hatten sich nicht bewährt. Trotz der Kribben war das Ufer mehr und mehr zurückgewichen, ja man hatte an vielen Stellen sogar die Beobachtung gemacht, dass der Abbruch des Ufers unmittelbar unterhalb der Kribben, wo man am ersten eine schützende Wirkung derselben hätte voraussetzen sollen, grade am stärksten wurde. Es kam hinzu, dass eine einzelne Kribbe so starken Stromanfall zu erdulden hatte, dass sie schwer

zu halten war und wenn sie sich hielt, nur die Bildung tiefer Wasserlöcher, aber keine Verlandung zur Folge hatte. Erst ein vollständiges System von nahe gelegenen Kribben hatte unter besonderen Umständen hier oder da Erfolg gehabt, aber auch oft nur vorübergehend.

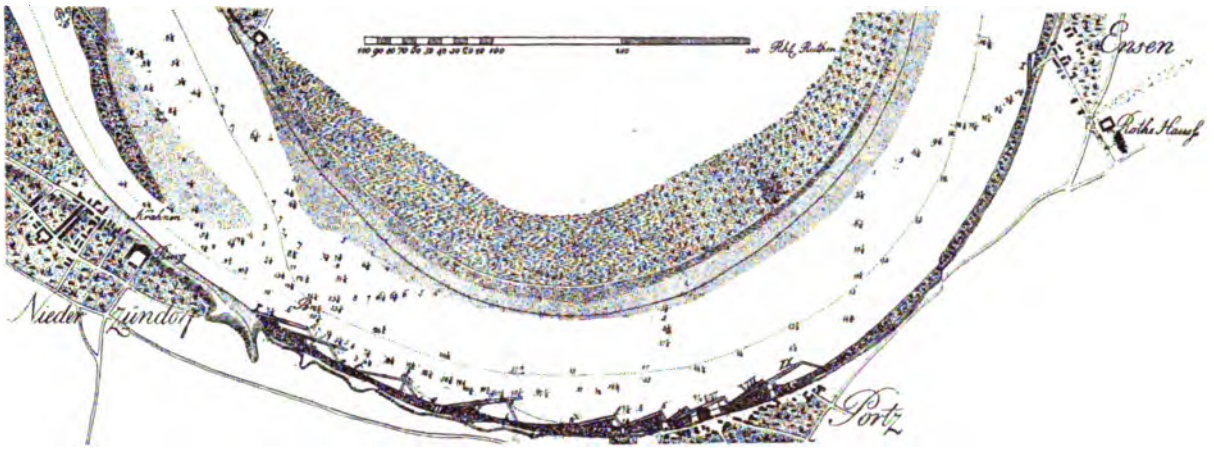


Abb. 18. Die Triangelwerke bei Porz oberhalb Cöln im Jahre 1798
(nach Wiebeking).

Vom Kribbenbau oder anderen „ausstehenden Werken" wollte man daher schliesslich nicht mehr viel wissen, sondern beschränkte sich auf Bleeswerke. Für die Regulirung des Stromes

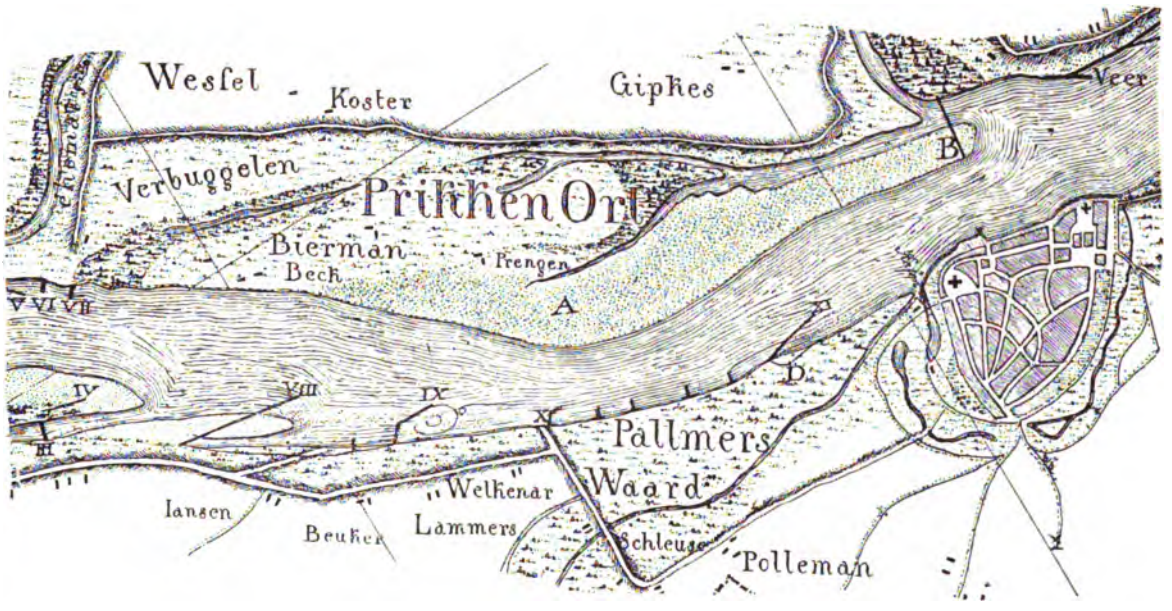


Abb. 19. Die ersten senkrechten Buhnen am Palmersward oberhalb Emmerich, Zustand von 1798
(nach Wiebeking).

waren an vielen Stellen aber Einschränkungen unbedingt nothwendig und diese konnte man nur mit ausstehenden Werken, nicht mit Bleeswerken erreichen. Bach musste also nothgedrungen auf die Buhnen zurückgreifen. Der auf Abbruch des Ufers gerichteten Wirkung der

declinanten Buhnen suchte er zunächst dadurch vorzubeugen, dass er den Kopf der declinanten Buhne durch eine besondere Kribbe senkrecht ans Ufer anschloss. Es sind dies die Triangelwerke (Abb. 18), die 1781 zuerst am Niederrhein erbaut wurden. Der Versuch gelang und damit war die Frage beantwortet, wie die Buhnen einzurichten seien, um nicht auf Abbruch des Ufers zu wirken. Schon im Jahre 1783 wurde die erste senkrecht zum Ufer gerichtete Buhne in 136 m Länge am Palmersward oberhalb Emmerich gebaut, ihr folgten neue senkrechte Buhnen 1784 und 1785 in derselben Strecke (Abb. 19) mit so gutem Erfolge, dass seit 1787 von declinanten Buhnen ganz Abstand genommen wurde und nur noch senkrecht zum Ufer gerichtete, in späterer Zeit dann inclinante Werke errichtet worden sind.

Dieses Vorgehen hatte schon 1786 die Aufmerksamkeit des Ober-Baudepartements in Berlin erregt und hier gewisse Bedenken hervorgerufen. Bei einer auf höheren Befehl vorgenommenen Strombereisung im Jahre 1790 überzeugte der Geheime Ober-Baurath Riedel sich indess von den günstigen Erfolgen, billigte das Vorgehen und wurde in einem besonderen Gutachten mit Rücksicht auf die geringeren Ausführungskosten, die bessere Verlandung und den geringeren Uebersturz höheren Orts auf allgemeine Anwendung senkrecht zum Ufer gerichteter Buhnen vorstellig. Die Bevölkerung überzeugte sich ebenfalls von diesen Vortheilen und bald fand die Bauweise überall, auch in Holland, Nachahmung. Die alten declinanten Buhnen wurden von 1790 ab nach Maassgabe der verfügbaren Mittel und unter Aufbietung aller Kräfte umgebaut, indem vom Kopf derselben ein senkrecht zum Ufer gerichtetes Anschlusswerk erbaut und dieses in den Strom hinein verlängert wurde (Abb. 20), — als im Jahre 1794 die kriegerischen Ereignisse und die Abtretung des linken Rheinufers an Frankreich dieser Entwickelung plötzlich ein Ziel setzte, grade zu einer Zeit, wo man mit dem Wasserbau am thätigsten beschäftigt war. Mehrere der bereits angefangenen, wichtigsten und dringend nöthigsten Werke mussten in einem Zustande verlassen werden, bei dem ihre baldige Zerstörung vorauszusehen war. Im Winter 1794/95 trat dazu ein schwerer Eisgang ein, der vielen Schaden anrichtete, während die auf beiden Ufern sich gegenüber stehenden feindlichen Truppen alle Baumaterialien verbrannten und selbst aus den Uferwerken die trockenen Faschinen herausrissen.

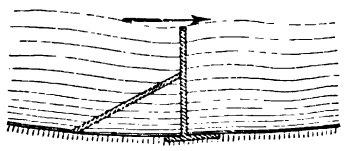


Abb. 20.
Umbau der declinanten Werke in senkrechte Buhnen.

3. Von 1816 bis 1850. Da bis zum Jahre 1816 hin zum Schutze der Ufer fast nichts geschah, die schweren Eisgänge von 1803 und 1805 den leichten, nur aus Faschinen hergerichteten Werken aber weiteren grossen Schaden zufügten, so waren im Jahre 1816 die alten declinanten Kribben fast sämmtlich in den Rhein gesunken und verschwunden, die senkrechten Buhnen aber, soweit sie nicht durchgerissen oder verschwunden waren, stark abgelaufen und nur selten noch mit Weiden bestanden. Im Jahre 1816 wurde der Wasserbau den neu gebildeten Regierungen zu Coblenz, Cöln und Düsseldorf überwiesen, an denen je ein Regierungs- und Baurath die nöthigen Arbeiten anordnete, während die Leitung und Ausführung der Arbeiten selbst den neu eingesetzten Wasserbauinspectoren zu Coblenz, Cöln, Düsseldorf, Xanten und Rees übertragen wurde. Die beiden Bezirke Xanten und Rees wurden später in Wesel vereinigt. In der 22jährigen Zwischenzeit waren die alten Erfahrungen, die vorher eine so hohe Entwickelung gezeitigt hatten, verloren gegangen, an bewährten Kribbenmeistern, geübten Faschinenlegern war grosser Mangel, so dass meistens von vorne angefangen werden musste unter Beachtung der Regeln, die auf Grund der früheren Erfahrungen von Schemerl und Eytelwein in Büchern niedergelegt waren. Bis 1820 hin gab es auch hinreichend damit zu thun, dass die abgelaufenen Buhnen bis

auf + 2,20 m Düsseldorfer Pegel aufgeholt und bepflanzt, die Deckwerke ausgebessert, die Einrisse verpackt, die Pflanzungen regulirt wurden.

Mit dem Jahre 1821 beginnt dann eine eigene Bauweise am Rhein Platz zu greifen, die sich lange Jahre hindurch gehalten hat und an Uferstrecken, die nicht allzu starkem Stromangriff ausgesetzt waren, sich wohl bewährt hat, wenn die Werke auch fortdauernder sorgfältiger Unterhaltung bedurften. Das Vorgehen bestand darin, dass über Niedrigwasser das Ufer thunlichst flach abgeböscht und mit Weiden bepflanzt wurde, während unter + 2 m am Düsseldorfer Pegel kurze Buhnen von etwa 20 m Länge in 80 m Abstand von einander inclinant zum Ufer angelegt wurden. Diese kurzen Buhnenköpfe sollten die Böschung unter Wasser dem Stromangriff entziehen und damit der Unterspülung des Ufers vorbeugen. Bei besonders starkem Stromangriff wurden zwischen diesen kurzen Buhnen unter Wasser besondere Befestigungen in Form einfacher Bleeswerke oder Klapplagen hergestellt. Die Köpfe der Buhnen erhielten die Neigung 1 : 2, da sich flachere Böschungen in Packwerk nicht wohl herstellen liessen. Das Streben nach flacher Böschung, sowie die niedrige Höhenlage dieser Werke lassen sie schon als Vorläufer der Stromschwellen späterer Zeit erscheinen.

Bis zum Jahre 1843 hin blieb indess der reine Faschinenbau in Uebung. Das Packwerk wurde über Wasser bespreitet und bepflanzt, und auf den Pflanzköpfen wurden die Weiden besonders sorgfältig gepflegt und geschont, da grade sie den Angriff der Strömung auf die oberen Böschungen mildern und auf Verlandung hinwirken sollten.

Aber der schwächste Punkt an den kurzen, lediglich aus Packwerk hergestellten Buhnen war und blieb der Kopf. Mit Kiesbelastung allein liessen sich die letzten Auslagen des Kopfes selbst bei schwacher Strömung nicht voll auf den Grund versenken, sondern schwammen in grösserer oder geringerer Tiefe frei im Wasser. Bei starkem Stromanfall war man daher gezwungen, die Köpfe aussen noch mit Steinen zu belasten. Die Werke wurden alsdann „Steinwerke“ genannt. Am beliebtesten waren die schweren Basaltsteine vom Siebengebirge, aber auch die Kohlensandsteine von der Ruhr und später die Eisenschlacken von den Hochöfen waren geschätztes Material. Weit billiger waren allerdings die Ziegelsteine, sie kosteten nur den dritten Theil. Seit 1828 wurden eigene Ziegeleien den Rhein entlang angelegt, die im Feldbrandbetrieb Jahre lang für Rechnung der Wasserbauverwaltung Ziegelsteine von besonderem Format (31 : 18 : 8 cm) brannten. Die Verwendung von Ziegelsteinen war durch die in den Niederlanden gemachte Erfahrung veranlasst, dass dicht am Strome stehende Ziegeleien durch die in grosser Masse abfallenden und ins Wasser geworfenen Ziegelbrocken einen sicheren Uferschutz erhalten hatten, während oberhalb und unterhalb das Ufer zurückwich. Bei den Strombauwerken sind indessen mit diesen Ziegelsteinen im grossen und ganzen keine günstigen Erfahrungen gemacht, besonders deshalb, weil sie zu leicht waren. Zu schwach gebrannte Steine lösten sich auf, zu stark gebrannte trieben ab, so dass alljährlich die Sandbänke mit abgetriebenen Ziegelsteinen bedeckt waren. Mitte der dreissiger Jahre kehrte man daher mehr und mehr zur Verwendung von Basaltsteinen oder Ruhrsteinen zurück.

In das Jahr 1841 fällt dann der Anfang einer Aenderung des Schiffahrtsbetriebes, die für den Verkehr und für die Regulirung des Stromlaufs von grundlegender Bedeutung geworden ist. Während früher jedes Schiff für sich fuhr und bei schwachen oder widrigen Winden mittels Pferden oder Menschen an der Leine mühsam zu Berg gezogen, d. h. „getreidelt“ werden musste, tauchten damals Dampfschiffe auf, die im stande waren, mehrere Kähne zugleich bergan zu schleppen, ohne der Leine zu bedürfen. Zuerst von einer niederländischen Gesellschaft bis Cöln hinauf versucht, fand diese Neuerung bald in Cöln, Mainz und Ludwigshafen den lebhaftesten

Anklang, und nahm die Zahl und Grösse der Schleppdampfschiffe schnell zu. Das als grosse Last empfundene Treideln der Schiffe ging von Jahr zu Jahr zurück, und damit nahm auch die Benutzung der Leinpfade mehr und mehr ab. Erst mit Einrichtung der Dampfschleppschiffahrt wurde ferner die Lage der Fahrstrasse unabhängig vom Ufer und damit eine naturgemässe Führung der Fahrstrasse, eine wirkliche Regulirung des Stromlaufs möglich. Früher hatte der Strombau sich in einer gewissen Zwangslage befunden, insofern er einerseits das Fahrwasser nicht durch allzulange Buhnen vom Ufer allzuweit abdrängen durfte, um den Leinenzug nicht zu sehr zu erschweren, und andererseits das Ufer nicht abbrechen lassen durfte, um nicht den Leinpfad immer von neuem wieder herstellen zu müssen. Die Sorge um den Leinpfad war hauptsächlich der Grund, weshalb der Staat thatsächlich lange Jahre hindurch lediglich Uferschutzbau getrieben hat, und diese Sorge war berechtigt, weil die Bergschiffahrt früher ohne Leinpfad überhaupt unmöglich war. Mit Einführung der Schleppschiffahrt änderte sich das Verhältniss.

Während früher die Staatsregierung auf Einrichtung von Uferschutzverbänden gedrungen hatte, um einen Theil der für Uferschutz ausgegebenen Kosten von den Verpflichteten ersetzt zu erhalten, traten nunmehr die Angrenzer des Rheinstroms in der Befürchtung, der Staat möchte die Ufer ferner nicht mehr unterhalten, mit der Forderung auf Uebernahme der vollen Uferschutzlast an den Staat heran. Beide Bestrebungen sind indess gescheitert, zumal sich ergab, dass der Strombau in seiner weiteren Entwickelung ebenfalls den Schutz der Ufer, wenn auch nur mittelbar, in Rechnung ziehen musste.

In den vierziger Jahren treten zuerst die Begriffe von Normalbreiten, von Streichlinien oder ideellen Uferlinien, von Vertiefung des Fahrwassers durch Einschränkung der Breite u. s. w. am Rhein auf. Nicht mehr die Ufer, sondern der Strom wird zur Hauptsache; nicht um Land zu gewinnen, sondern um angemessene Breite und Begrenzung des Stromlaufs handelte es sich. Mit vollem Recht kann man daher das Jahr 1841 einen Wendepunkt in der Entwickelung des Rheinstroms nennen. Erst seit dieser Zeit datirt die Regulirung des Strombettes.

Die veränderten Verhältnisse forderten nunmehr aber auch eine Veränderung der Bauweise, eine Vergrösserung der Baumittel und vor allem eine veränderte Organisation. „Es war bei der früheren Organisation des Bauwesens ein Missgriff", schreibt Hagen unterm 11. Juni 1849 an Nobiling, „dass Keiner etwas machen konnte, wie er es für das angemessenste hielt, sondern immer eine Menge anderer Personen daran mäkeln konnten. Jede Idee wurde dadurch verstümmelt, Alle verloren die Lust zur Sache, Keinem war es recht, und wenn am Ende etwas missglückte, so war Niemand da, dem man Schuld geben konnte." Für die Entwickelung, die die Regulirung unserer Ströme nahm, war es ein Segen, dass damals eine so vollendete technische Kraft wie der Ober-Landesbaudirector G. Hagen an der Spitze der Verwaltung stand, ein Segen für den Rhein im besonderen war es, dass die Leitung der Strombauten zunächst in der Regierung Düsseldorf im Jahre 1845 in die Hände des Regierungs- und Bauraths Nobiling überging, der im März 1849 auch die Leitung der Wasserbauten in den Regierungsbezirken Coblenz und Cöln übertragen erhielt, „damit bei den Wasserbauten übereinstimmend nach der Natur des Stromes verfahren und die hierfür ausgesetzten Fonds zweckentsprechend vertheilt würden" (Erlass des Ministers für Handel und Gewerbe und öffentliche Arbeiten vom 16. März 1849). Dieser auf die Dauer nicht wohl haltbaren Einrichtung folgte am 1. Januar 1851 die Einrichtung der Rheinstrombauverwaltung unter dem Oberpräsidenten der Rheinprovinz zu Coblenz auf Grund des Allerhöchsten Erlasses vom 11. September 1850.

4. Von 1851 bis 1879. Der Einfluss, den die Schleppschiffahrt auf die Stromregulirung ausübte, machte sich naturgemäss erst allmählich geltend. Nur nach und nach verlegte der

Schwerpunkt der Arbeiten sich vom festen Lande auf das Wasser, von den Ufern in das Strombett. Noch lange Zeit hindurch blieb auch der frühere Schiffsbetrieb noch in Uebung und auch die Einführung der Tauerei, die Anfang der siebziger Jahre in Aufnahme kam, hat das Treideln der Fahrzeuge nicht ganz zu verdrängen vermocht. Bis vor etwa zehn Jahren spielte der Ausbau und die Unterhaltung der Ufer und Leinpfade daher noch immer eine gewisse Rolle. Eine Reihe von Bauwerken ist auch nach 1851 noch ausgeführt worden allein zu dem Zwecke, die Ufer zu sichern und den Schiffern die Ausübung des Leinenzuges zu ermöglichen oder zu erleichtern. Immerhin trat aber von Jahr zu Jahr die Entwickelung, welche der Schleppschiffahrtsbetrieb nahm, deutlicher vor Augen, so dass man an die Regulirung von Stromstrecken denken konnte, für die unter den früheren Verhältnissen sich nur schwer hätte Abhülfe schaffen lassen. Aus diesem doppelten Bedürfniss leiten sich Anlagen her, wie bei Kaltenengers, Niedercassel, Vynen u. a. O., wo die weit in den Strom vortretenden Buhnen anscheinend von einem Parallelwerke, thatsächlich aber durch den ausgebauten Leinpfad gekreuzt werden. Bei weit vorgeschobenen Buhnen war das Treideln vom Lande aus nicht mehr möglich, es musste dann ein besonderer Weg in der Nähe der Fahrrinne geschaffen werden.

Als Nobiling im Jahre 1845 die Leitung der Wasserbauarbeiten im Regierungsbezirke Düsseldorf übernahm, erkannte er alsbald die beiden Hauptfehler, die der alten Bauweise anhafteten und die in vielen Fällen verhängnissvoll geworden waren:

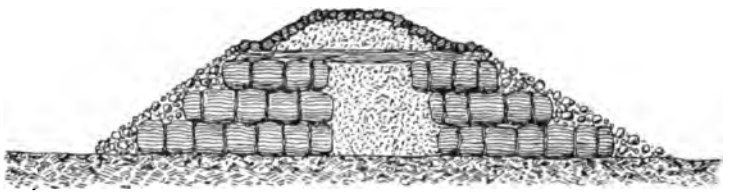


Abb. 21. Buhnen aus Senkfaschinen von 1845 bis 1880.

1. die steile Böschung der Buhnenköpfe, denen zufolge vor vielen Buhnen sich tiefe Wasserlöcher gebildet hatten,

2. die beschränkte Bauzeit, da die Buhnen aus Packwerk sich nur bei Niedrigwasser herstellen liessen. Trat in einem Jahre mal kein Niedrigwasser ein, so blieben die beschafften Faschinen bis zum nächsten Jahre stehen, wurden stockig und brüchig oder verfaulten. Ein kräftiger Baubetrieb war überhaupt nicht möglich.

Diese beiden Nachtheile, die sich am Rhein bei Ausführung der Packwerksbauten um so mehr geltend machten, je stärker die Bauthätigkeit gefördert werden musste, führte 1844 zu einer Aenderung der Bauweise dahin — vergl. Abb. 21 —, dass die Grundlagen und vorzugsweise die Grundlagen der Böschungen aller Strom- und Uferbauwerke bis etwa 0,63 m (2 Fuss) unter dem niedrigsten Wasserstande aus Senkfaschinen hergestellt werden sollten. Die Kopfböschungen der Buhnen sollten mindestens dreifach angelegt, ganz aus Senkfaschinen hergestellt und mindestens 0,50 m stark mit Bruchsteinen gedeckt werden. Der Baukörper der Buhnen und Deckwerke bis zu 6 Fuss am Düsseldorfer Pegel sollte in seinem Innern aus Kies, über 6 Fuss überhaupt nur aus Kies bestehen und gepflastert werden. Durch die Verwendung runder Senkfaschinen von 1 m Durchmesser und 6,50 m Länge, die je nach dem Stromanfall des Bauwerks mit Kies oder Steinen gefüllt wurden, erreichte Nobiling, dass er auch bei mittleren und selbst bei Sommerwasserständen den Baubetrieb aufrecht erhalten konnte, da die Versenkung

der Senkfaschinen von Kähnen oder schwimmenden Gerüsten aus auch bei höheren Wasserständen sich bewerkstelligen liess. Während der Dauer von Hochwasserständen oder Eisgang wurden die Senkfaschinen am festen Lande gebunden und vorbereitet, bei Niedrigwasser die Kiesschüttungen, Kranzlagen und Pflasterungen hergestellt, so dass bestimmte Arbeitercolonnen nicht nur den Herbst über, sondern das ganze Jahr hindurch beschäftigt werden konnten. Damit erst war ein dauernder Baubetrieb möglich. Die erste Verwendung von Senkfaschinen hatte am Rhein schon im Jahre 1833 bei Wesel stattgefunden, als es sich darum handelte, der weiteren Vertiefung des Büdericher Canals zur Offenhaltung des Weseler Altrheins vorzubeugen, was durch eine quer durch den Strom gelegte Grundschwelle erfolgte. Es ist dies zugleich das älteste Beispiel der Verwendung von Grundschwellen im Rhein.

Die Bauweise mit Senkfaschinen hat sich am Rhein im grossen und ganzen bewährt. Hagen rühmte an ihr neben grosser Solidität den besonderen Vorzug, dass alles Strauchmaterial stets unter Wasser bleibt und nicht verrotten kann. Sie blieb bis 1880 hin in Uebung.

Die günstigen Erfahrungen, die Nobiling insbesondere mit einer Abflachung der Buhnenkopfböschungen machte, bewogen ihn, auch die zur Deckung der Ufer in starken Concaven vorhandenen kurzen Buhnen dahin umzubauen oder bei Neubauten darauf zu achten, dass die Krone dieser Werke schon vom Ufer ab sich in einer gleichbleibenden Böschung bis zur Sohle hinabsenkte (Abb. 22a). Soweit die Krone über Niedrigwasser lag, wurde sie gepflastert, im übrigen mit Bruchsteinen abgedeckt. Diese am Rhein als „Nobilings" bezeichneten Stromschwellen haben ausserordentlich günstig gewirkt, wenn sie auch in sehr starken Concaven nicht ausreichten, um allein eine dauernde Befestigung des Ufers zu erzielen. Im Laufe der Zeit haben vielmehr sämmtliche stark gekrümmten Ufer durch regelmässigen Ausbau und Steindeckung befestigt werden müssen, die zugleich verwendeten Nobilings wirkten dabei in der Weise, dass sie den Hauptstrom vom Ufer abhielten, die Bildung grösserer Wassertiefen unmittelbar vor dem Ufer und das Nachstürzen der Böschungen verhinderten. Erst diese Stromschwellen im Verein mit Deckwerken haben die Möglichkeit gegeben, ein stark im Angriff liegendes Ufer ausreichend zu befestigen und dauernd zu sichern (z. B. am Lüttinger Ufer, Abb. 22, 22a und 22b).

Weil aber ausser für den Uferbau auch für die weitere Schiffbarmachung des Strombettes Sorge getragen werden sollte, so traten an die Wasserbauthätigkeit erweiterte Aufgaben heran. Die tiefen Strom- und Uferbuchten, die sich vielfach vorfanden, waren nach regelmässigen Streichlinien auszubauen, die Strombreiten, die fast durchweg zu gross geworden waren, sollten gleichmässig und normal beschränkt werden zur Vertiefung der zu seichten Stellen, sowie zur Beseitigung der im Fahrwasser entstandenen, der Schiffahrt und Vorfluth gleich hinderlichen Sandbänke. Die Buhnen erhielten nicht allein diejenige Länge, die zum Schutze des Ufers erforderlich war, sondern sie wurden verschieden lang, je nachdem die für das künftige Strombett gewählte Begrenzung vom natürlichen Ufer mehr oder weniger abwich. Die Verbindungslinie der Buhnenköpfe, die das künftige Ufer bilden sollte und einstweilen die Grenze der Strömung bei mittleren Wasserständen darstellte, sollte nicht mehr in beliebigen Zickzacklinien wie bisher, sondern in schlanken graden oder stetig gekrümmten Linien verlaufen.

Je weiter die einzelnen Buhnensysteme ausgedehnt wurden, desto mehr nahmen sie den Charakter der Streichlinien, der Correctionslinien an, erst auf einem Ufer, dann an beiden Ufern, bis schliesslich Ende der siebziger Jahre diese Streichlinien in ganzer Länge des Stromes und zwar derart festlagen, dass die Linienführung derselben bei Annahme einer gleichmässigen Strombreite aus graden Linien und Kreisbögen zusammengesetzt war.

In den vierziger und fünfziger Jahren wollte man jedoch von derartigen schematischen Feststellungen zunächst nichts wissen. Hagen misstraute grossen Generalplänen mit weit ausschauenden Zielen. Er hielt es für besser, die auszuführenden Bauten lieber nach den zur Zeit der Ausführung herrschenden Localverhältnissen einzurichten, als einem viele Jahre vorher und vielleicht unter ganz anderen Umständen aufgestellten Plane unbedingt zu folgen. Durch Benutzung

Abb. 22. Uferdeckung mit Kopfschwellen (Nobilings) am Lüttinger Ufer bei Xanten.

der vorhandenen Verhältnisse, meinte er, sei das Ziel am schnellsten und wohlfeilsten erreichbar. Da die Regulirung zunächst schon aus Rücksicht auf die verfügbaren Geldmittel auf diejenigen Stromstrecken beschränkt werden musste, wo sich der Schiffahrt die grössten Schwierigkeiten

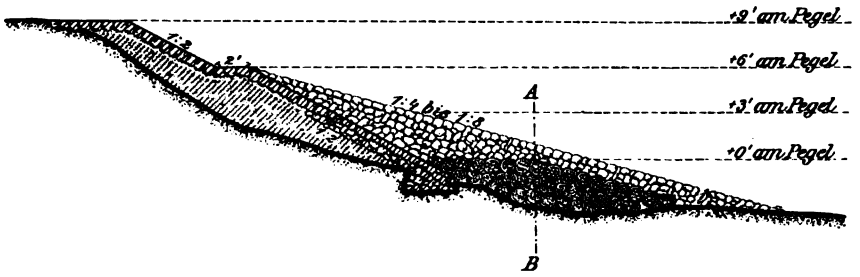


Abb. 22a. Querschnitt durch das mit Deckwerk und Kopfschwellen ausgebaute Lüttinger Ufer.

boten, wurde von Fall zu Fall in Erwägung gezogen, was nach Lage der Verhältnisse und unter Berücksichtigung der anschliessenden Stromstrecken zu thun sei, wie die Fahrrinne herstellbar, wie die Streichlinien am günstigsten zu legen, welche Breite dem Strome mit Rücksicht auf sein

Abb. 22b Querschnitt A-B durch eine Kopfschwelle.

Gefälle und auf die Höhe seiner Ufer zu geben war. Auf Herstellung gleichmässiger Breiten oder kreisbogenförmiger Krümmungen wurde kein Gewicht gelegt; Gefälleausgleich wurde nicht erstrebt, sondern das bestehende Gefälle überall festzuhalten gesucht. Hagen giebt in seinem Handbuch der Wasserbaukunst an, dass die Krümmungslinien der Ufer am Rhein früher mit elastischen Stäben auf dem Lageplan hergestellt wurden.

Am convexen Ufer baute Nobiling selten, aber wenn er an ihnen bauen musste, legte er meistens zwei verschiedene Uferlinien für zwei verschiedene Höhen (6 Fuss und 9 Fuss am Pegel) zu

Grunde, die in ihrer Lage bis zu 50 m weit von einander abwichen. Vom convexen Ufer nach dem concaven Ufer zu liess er die Höhe der Buhnenkronen meist etwas ansteigen, während er die Höhe der Grundschwellen, von denen gleich von vornherein in ausgedehntem Maasse Gebrauch gemacht ist, um allzutiefe Stromrinnen flacher und breiter auszubilden, von der grössten Tiefe nach dem Uebergange hin etwas ansteigen liess. Die Construction der einzelnen Bauwerke ist niemals schematisch gestaltet, sondern in der verschiedensten Form je nach Grösse des Stromanfalls und je nach Art der zur Verfügung stehenden Baustoffe. Eine lange und reiche Erfahrung befähigte Nobiling, die Construction und Anordnung der Bauwerke so zu gestalten und zu bemessen, dass er sein Ziel fast immer erreicht hat. Nur selten sind seine Erwartungen getäuscht worden, und das Fehlschlagen derselben bei Orsoy und bei Wesel hat ihm manchen Kummer bereitet. So hat Nobiling 33 Jahre hindurch in unermüdlicher Arbeit den Grund zur Regulirung des Rheinstroms gelegt und ausserordentliche Erfolge erreicht.

Allerdings kam ihm wesentlich zu statten, dass der Rhein in grosser Ausdehnung bereits derartige Wassertiefen besass, dass zu gunsten der damaligen Schiffahrt nur wenig zu geschehen brauchte. Es gab nur immer einzelne bestimmte Stellen, wo es vorzugsweise an Fahrtiefe mangelte. Indem diese Stellen zunächst nothdürftig regulirt und danach die nächst schlechteren Stellen vorgenommen wurden, ist die Nutzbarkeit des ganzen Stromes schneller gefördert, als wenn überall hätte gleich fertige Arbeit gemacht werden müssen. Hierin liegt zum Theil der Grund, weshalb gewisse Stromstrecken in den Verwendungsplänen der einzelnen Jahre bald mit grösseren, bald mit kleineren Beträgen immer wiederkehren. In den einzelnen Jahren geschah in den einzelnen Strecken immer nur so viel, dass die Schiffbarkeit nicht schlechter war als an den übrigen schlechtesten Stellen. Mit möglichst geringen Geldmitteln sollte möglichst viel erreicht werden. Es liegt in der Natur der Sache, dass bei diesem Vorgehen mit steigender allgemeiner Fahrtiefe des Stromes auch die Zahl und Länge der Stromstrecken allmählich zunahm, die in Betracht gezogen werden musste, dass ferner die Schwierigkeiten sich steigerten, dass also der Bedarf an Geldmitteln mindestens in demselben Maasse wuchs, als die Ansprüche an Fahrtiefe grösser wurden.

Diesem allmählichen Vorgehen passte nun auch die neu befolgte Bauweise sich an. Die Verwendung von Senkfaschinen forderte nicht die vollständige Fertigstellung des begonnenen Bauwerks in demselben Baujahre in dem Maasse, wie dies beim alten Packwerksbau der Fall war. Dabei bot das allmähliche Vorgehen in mancher Hinsicht gewisse Vortheile. War z. B. eine Stromstrecke, die im Laufe der Zeit durch Abbruch der Ufer zu breit geworden war, mittels Buhnen auf eine angemessene Strombreite zu beschränken, so war es zweckmässig, die Buhnen zunächst nur in ihrem Unterbau herzustellen, da man beobachtete, dass dieser auch bei Niedrigwasser noch unter Wasser liegende Theil der Buhne viel günstiger auf die Vertiefung der Fahrrinne und auf die Verlandung der Buhnenintervalle wirkte, als wenn die Werke gleich in voller Höhe ausgeführt wurden. Ueberdies erwuchsen der Schiffahrt keine Schwierigkeiten, denn insofern zunächst nur die übergrosse Tiefe unter Normalsohle verbaut und mit der weiteren Ausführung des Bauwerks gewartet wurde, bis die erstrebte Fahrrinne in der Strommitte sich ausgebildet hatte, so fand die Schiffahrt das neue Bett schon vor, wenn die alte Fahrstrasse ihr durch weitere Erhöhung der Grundschwellen verlegt wurde. Durch die Erfahrung gelangte man daher zur Ausführung der Buhnen in mässigen Schichthöhen. War die Vertiefung der Fahrrinne und die Verlandung der Intervalle genügend vorgeschritten, so wurde eine weitere Schicht aufgesetzt, bis schliesslich erst nach einer Reihe von Jahren die oberste Schicht hergestellt und durch Pflaster gedeckt wurde.

In pecuniärer Hinsicht erwuchs dadurch der Vortheil, dass die einzelnen Schichten ihrer geringen Höhe wegen keine grossen Baumassen erforderten, die Gesammtaufwendungen für die einzelnen Buhnen daher trotz der Beschädigungen, die dem unfertigen Bauwerke wohl hier und da bei Hochwasser und Eisgang erwuchsen, weit geringer waren, als wenn die Buhnen in ihrer vollen Höhe gleich von vornherein wären fertig gestellt worden. Bessere Verlandung, Aufrechterhaltung der Schiffahrt und Minderung der Kosten liessen also ein allmähliches Bauvorgehen besonders vortheilhaft erscheinen.

Ein weiterer Grund des langsamen schrittweisen Vorgehens lag aber auch darin begründet, dass die Technik damals noch nicht über die maschinellen Hülfskräfte verfügte wie heute. Dampfbagger gab es noch nicht. Die Baggerungen, die Ende der dreissiger Jahre bei Merkenich und an der Herseler Insel nothwendig waren, mussten mit Handbaggern (Sackbaggern) oder Handbaggermaschinen ausgeführt werden. Erst im Jahre 1857 machte die Strombauverwaltung den ersten Versuch, indem sie von der Cöln-Mindener Eisenbahngesellschaft einen zwar alten, aber noch gut erhaltenen Dampfbagger (für 24000 Mark) ankaufte. Obwohl derselbe seines stehenden Baggergerüstes wegen mehr zur Ausschachtung tiefer Baugruben als zur Herstellung gleichmässiger Tiefen geeignet war, gelang es in verhältnissmässig kurzer Zeit, den alten Rhein bei Wesel von dessen Theilung am Büdericher Durchstich bis zur Lippemündung anschlagsmässig zu vertiefen. Im Strome war dieser Bagger aber nicht verwendbar. Später ist derselbe daher verkauft und durch einen leichteren Dampfbagger mit schrägem Schlitten ersetzt worden. In den Jahren 1859 bis 1865 wurden weitere vier kleine Dampfbagger beschafft (deren jeder durchschnittlich 27450 Mark kostete), im Jahre 1875 ein etwas grösserer Dampfbagger (für 45900 Mark). Der letztere ist noch jetzt als Bagger V im Betrieb, die übrigen Dampfbagger sind ihrer geringen Leistungsfähigkeit halber ebenfalls nach und nach ausser Betrieb gestellt oder durch grössere Maschinen ersetzt worden, als es der Maschinentechnik gelang, allmählich fortschreitend immer leistungsfähigere, zweckmässigere und sparsamer arbeitende Dampfbagger zur Verfügung zu stellen.

In den vierziger und fünfziger Jahren war man gezwungen, die Wirkungen, welche jetzt grosse Dampfbagger unmittelbar herstellen, durch den mittelbaren Einfluss der Einschränkungswerke zu erzielen. Meistens gelang dies auch. Die seichten Stromstellen, die bestanden und der Schiffahrt Schwierigkeiten bereiteten, waren im allgemeinen die Folge einer zu grossen Verbreiterung des Strombettes, die in Ermangelung jedes Uferschutzes sich im Laufe der Zeit durch den Angriff der Strömung und des Wellenschlages gebildet hatte. Eine Verringerung der Breite des Stromes wirkte naturgemäss auf eine Vergrösserung der Wassertiefe, und damit war das erstrebte Ziel erreichbar, denn der Strom verfügte über reichliche Kraft, um Geschiebe auch von ziemlich starker Korngrösse in Bewegung zu setzen. Um die Geschiebeführung des Stromes nicht allzusehr zu verstärken und um nicht an anderen Stellen stromab neue Verwilderungen zu schaffen, war hierbei ein langsames, vorsichtiges Vorgehen ebenfalls angezeigt. Die Vorstellung der im Strome liegenden Kraft führte Ende der fünfziger Jahre neben vielfachen Kratzversuchen und dem Bau einer besonderen Stromkratzmaschine (Abb. 23) auch zu dem Versuche, einen Bagger mit zwei seitlichen Schlitten zu construiren, der durch ein grosses, in der Mitte liegendes Wasserrad betrieben wurde (Abb. 24). Besondere Erfolge wurden damit aber nicht erreicht.

Hin und wieder bestand das Geschiebe, um dessen Beseitigung es sich handelte, aber aus Felsen, grossen Steinen, Lette oder so schwerem Gerölle, dass auch die mittels Einschränkung der Breite verstärkte Strömung den Abtrieb nicht zu erzwingen vermochte; auch der Kies war vielfach durch lange Lagerung oder nagelfluhartige Bildungen an der Oberfläche so widerstandsfähig

geworden, dass es einer besonderen Zertrümmerung der Deckschichten bedurfte, um die erforderliche Fahrtiefe zu schaffen. Besonders schwierig gestalteten die Arbeiten sich auf der Felsenstrecke von Bingen bis St. Goar, wo es sich fast durchweg um die Beseitigung sehr fester Felsmassen handelte. Die Geschichte der Felsensprengungen bildet einen besonders wichtigen Abschnitt in der Regulirung des Rheinstroms und bedarf einer besonderen Erläuterung.

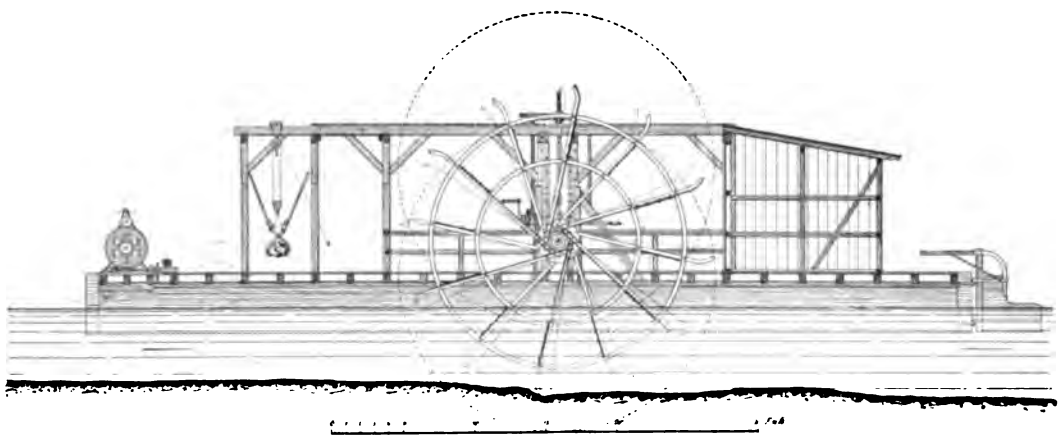


Abb. 23. Stromkratzmaschine zur Lockerung des Bodens in der Stromsohle aus den 50er Jahren (von Hipp).

Unterhalb Bingen, Bacharach und Oberwesel streichen zusammenhängende feste Felsriffe quer durch das Strombett des Rheins. Die Schiffahrt wäre hier noch heute unmöglich,

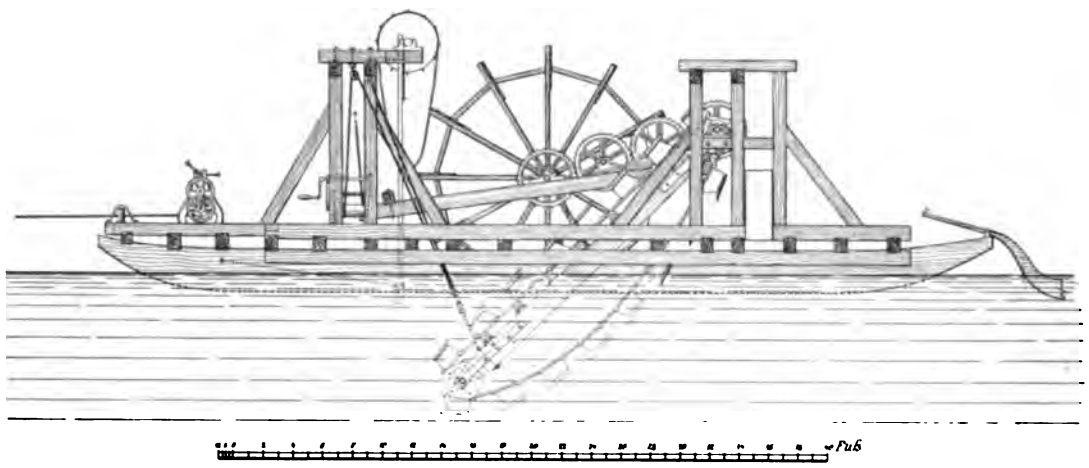


Abb. 24. Bagger mit Antrieb durch Wasserrad vom Jahre 1855.

wenn nicht schon seit ältesten Zeiten besondere Arbeiten für Durchbrechung dieser Felsenriffe ausgeführt worden wären.

Das hauptsächlichste Hinderniss für die Schiffahrt war von jeher das Felsenriff bei Bingen, das bei niedrigen Wasserständen fast vollständig zu Tage trat und mit seinen Verzweigungen, zu denen die Mäusethurminsel, die Kreuzlay, die Lochsteine, der Hardstein, die Reiher und

die Fiddel gehören, ein natürliches Wehr bildete. Schon zur Römerzeit und unter Karl dem Grossen, sowie später durch den Erzbischof Siegfried zu Mainz zur Zeit Heinrichs IV. sollen auf diesen Felsenriffen einzelne vorspringende Felsköpfe ausgebrochen und abgearbeitet sein. Das „Binger Loch", das dicht am rechtsseitigen Ufer gleich unterhalb der Ruine Ehrenfels liegt und noch heute der Fahrrinne dient, soll im Anfange des 17. Jahrhunderts durch das Handlungshaus von Stockum zu Frankfurt a. M. zuerst ausgesprengt worden sein, derart, dass eine Sohlenbreite von etwa 4 m geschaffen wurde, die sich nach unterhalb auf 9 m erweiterte. Da die seitlichen Böschungen indess flach ausliefen, konnten damals thatsächlich die bis zu 6,50 m breiten Rheinschiffe bei mittleren Wasserständen das Binger Loch passiren. Die preussische Regierung liess die ersten Arbeiten zur Erweiterung des Binger Lochs von 1830 bis 1832 ausführen, und sind diese Arbeiten durch den Wasserbaumeister van den Bergh 1834 in einer besonderen Abhandlung beschrieben. Unter Aufwendung von 28848 Mark wurden 49 cbm Felsen auf dem Lochstein und fünf daneben liegenden Felsenköpfen gesprengt und beseitigt. Der Cubikmeter kostete also durchschnittlich 589 Mark. Das Binger Loch soll durch diese Arbeiten 47 m erweitert worden sein und zwar in einer Tiefe, die der geringsten Fahrtiefe auf der damals noch unregulirten Stromstrecke von Bingen aufwärts bis Mainz entsprach.

In den Jahren 1839 bis 1841 wurden die Arbeiten wieder aufgenommen und sind an Felsmassen gesprengt und beseitigt worden:

a) auf den Verzweigungen und Ausläufern des Bingerlochriffes oberhalb und unterhalb desselben 76 cbm für 33123 Mark;
b) auf den „Winken" bei Lorchhausen 12,70 cbm für 7035 Mark;
c) unterhalb Bacharach auf dem grossen und kleinen „Weinstein" für 3564 Mark.

Die Ausführung erfolgte in der Weise, dass von einem verankerten Flosse aus mittels zwei bis drei Schlagbohrern, an deren jedem zwei Mann den Bohrer führten und drei Mann mit Handfäusteln drauf schlugen, 5 cm weite Bohrlöcher von etwa 70 cm Tiefe in 1,20 m Abstand gebohrt und mit Pulver gesprengt wurden. Zum Theil lenkte man die Strömung durch oberhalb versenkte Staukasten von der Arbeitsstelle ab, zum Theil arbeitete man in freier Strömung.

So umständlich und kostspielig diese Arbeiten damals auch waren, so steigerten sich, nachdem die Ausführbarkeit erwiesen war, die Anforderungen der Schiffahrt doch sehr bald und richteten sich auf die Herstellung eines Fahrwassers von ausreichender Breite auch auf der Strecke von St. Goar bis Bingen. Commissare von Preussen und Nassau vereinbarten im Jahre 1850, dass die Bergfahrt 56,50 m (15 Ruthen), die Thalfahrt 75,30 m (20 Ruthen) breit gemacht werden solle, um der Flösserei und der Schiffahrt ausreichenden Raum zu bieten. Für diejenigen Strecken, wo der Thalweg mit dem Bergwege zusammenfalle, solle die geringste Breite zu 113 m (30 Ruthen) angenommen werden. Um diese Fahrrinne zu schaffen, handelte es sich zunächst um die Beseitigung aller einzelnen, im Fahrwasser zerstreut liegenden Felsenklippen und Felsenköpfe, auf denen die im Binger Loch erreichte Fahrtiefe noch nicht vorhanden war. Die Lage der Fahrrinne wurde dabei so gewählt, dass die geringsten Arbeiten erwuchsen, ohne Rücksicht darauf, ob die Fahrrinne in die Nähe des concaven oder des convexen Ufers zu liegen kam. Da die Sohle fast durchweg aus Felsen bestand, schien eine Rücksicht auf die bei starker Geschiebeführung und bei abbrüchigem Ufer gemachten Erfahrungen nicht unmittelbar geboten, wohl aber erschien es in Anbetracht des starken Fremdenverkehrs und der nationalen Anziehungskraft, die der Rhein auf jeden Deutschen ausübt, in hohem Grade erwünscht, dieser Stromstrecke des Rheins ihr malerisches Aussehen thunlichst zu erhalten. Und grade hierbei kamen die Inseln und Felsklippen wesentlich in Betracht. Man beschränkte sich daher darauf, nur diejenigen

Klippen zu beseitigen, die innerhalb der Fahrrinne lagen. Die zur Seite der Fahrrinne befindlichen Felsen und Inseln wurden zum Theil durch Strombauwerke ans Ufer angeschlossen oder mit einander verbunden und blieben mit Ausnahme einiger weniger Felsvorsprünge, die der Schifffahrt besondere Gefahr boten, erhalten, so dass auch heute noch bei Niedrigwasser eine Reihe von Felsbänken hier frei zu Tage liegt.

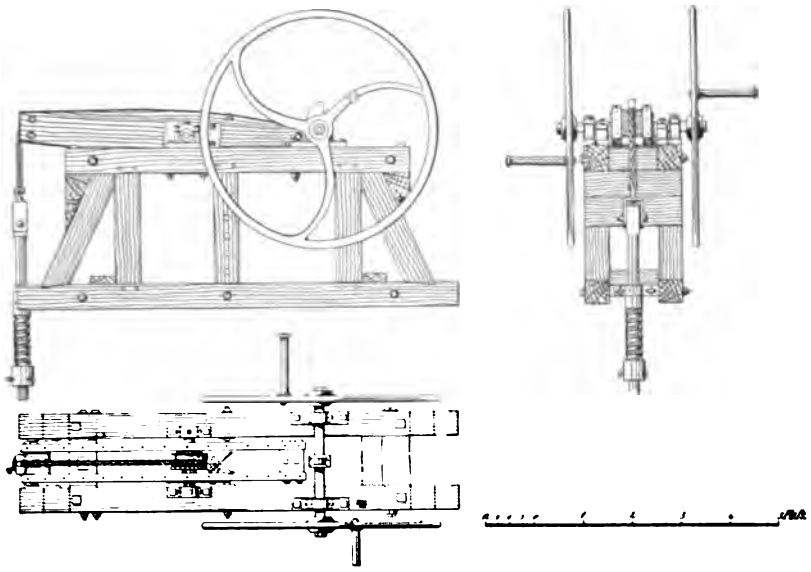


Abb. 25. Fallbohrer.

Aber auch in dieser Beschränkung waren die auszuführenden Arbeiten so beträchtlich, dass nach den Grundpreisen, die sich vor 1850 für Felssprengungen ergeben hatten, und nach dem langsamen Arbeitsfortschritt der früheren Ausführungen die Beendigung dieser Arbeiten in der That unabsehbar war.

Als daher im Jahre 1851 die Rheinstrombauverwaltung in Wirksamkeit trat und die Felsensprengungen wieder aufnahm, war es vorzugsweise deren Bestreben, Mittel und Wege zu finden, um die zur Schiffbarmachung der Felsenstrecke unentbehrliche Beseitigung der Felsen zu beschleunigen und weniger kostspielig zu machen. Zunächst wurden die alten Schlagbohrer abgeschafft und versuchsweise durch Fallbohrer in Form von Seil- oder Wippbohrern (Abb. 25 u. 26) ersetzt, die beim Ausstossen der Bohrlöcher durch ihr eigenes Gewicht wirkten. Da die Bohrer rund 75 kg schwer waren, wurde damit dem früheren Schlagen mit Handfäusteln gegenüber schon eine verstärkte Stosswirkung ausgeübt. An Stelle des Flosses wurde ein besonderer Arbeitsapparat auf zwei in 4 m Abstand von einander durch Querbalken verbundenen Nachen von etwa 20 m Länge hergestellt. Es gelang auf diese Weise den Einheitspreis auf etwa die Hälfte der früheren Kosten zu verringern.

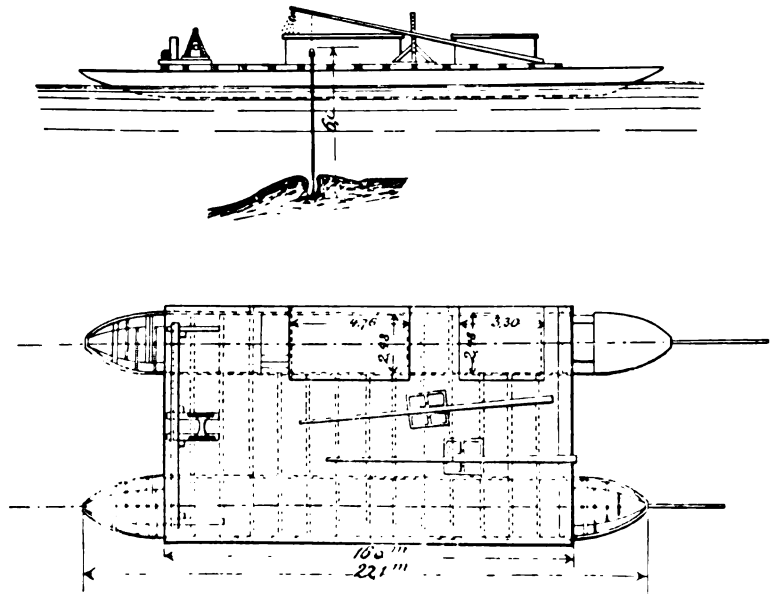


Abb. 26. Wippbohrer.

Wesentliche Schwierigkeiten bereitete indess immer noch das Ebenen der Sohle nach erfolgter Sprengung. Die Felsspitzen und Felsrippen, die zwischen den einzelnen Sprengfeldern stehen blieben, beeinträchtigten den Nutzen der Sprengungen merkbar. Eine Beseitigung derselben war sehr schwierig und zeitraubend, da sie 2 bis 3 m unter Wasser ausgeführt werden musste.

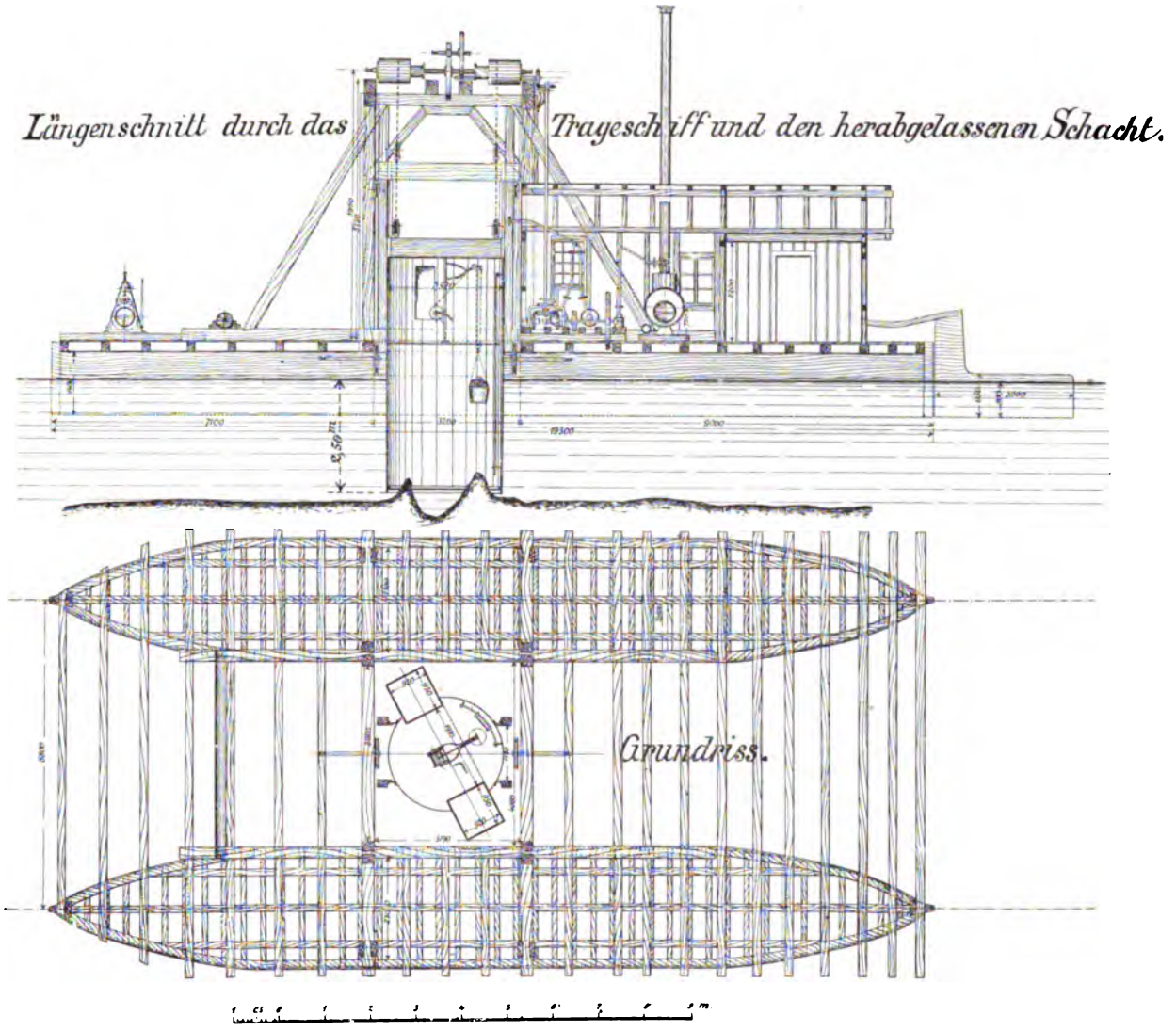


Abb. 27. Erster Taucherschacht am Rhein vom Jahre 1857.

Verschiedene Versuche mit eisernen Fallklötzen u. s. w. waren ohne Erfolg. Zur Behebung dieses Uebelstandes wurde im Jahre 1857 die Herstellung eines Taucherschachtes beschlossen nach dem Vorbilde einer in Paris für den Ganges erbauten Taucherglocke. Ein glatter eiserner Cylinder von 2,50 m Lichtweite, der an seinem oberen Ende durch zwei Luftschleusen abgeschlossen war, wurde zwischen zwei Tragschiffen aufgehängt, bis zur Sohle des Flusses versenkt und mittels Luftdruck wasserfrei gehalten. Die im Innern des Cylinders befindlichen Arbeiter hatten den zu

bearbeitenden Felsen unmittelbar vor sich und konnten die Felsspitzen und Felsrippen, um deren Beseitigung mittels Spitzhacke es sich handelte, überschen. Sie arbeiteten nahezu im Trockenen. Auch das Abräumen des anderweitig gesprengten Felsschuttes, die Hebung grösserer in schädlicher Höhe liegender Steine, das Herausziehen oder Absägen von Pfahlstümpfen und andere Arbeiten auf der Sohle liessen sich mit dem Taucherschachte sicher und leicht ausführen. Zum Betriebe der Luftpumpe und zum Heben und Senken des Taucherschachtes wurden bald kleine Dampfmaschinen aufgestellt. Die Aufgaben, zu denen sich der Taucherschacht als geeignet erwies, nahmen derartig zu, dass von 1861 bis 1863 noch zwei weitere Taucherschächte (für zusammen 53853 Mark) beschafft wurden und bald befanden alle drei Apparate sich so in Thätigkeit, dass mit ihnen Tag und Nacht in Doppelschichten gearbeitet werden musste, um mit den Sprengungsarbeiten gleichen Schritt zu halten. Im Jahre 1873 wurde noch ein vierter Taucherschacht beschafft.

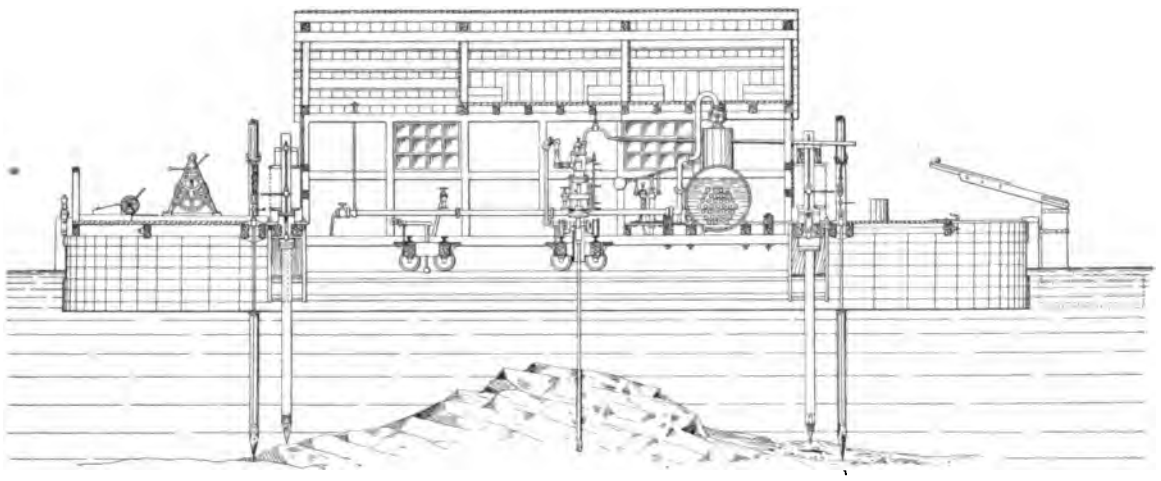


Abb. 28. Dampfbohrapparat.

Auch für die Bohr- und Sprengarbeiten waren inzwischen besondere Apparate construirt, wobei man neben der Handarbeit zum Dampfbetrieb übergegangen war. Auf einer aus zwei Nachen hergestellten Fläche wurden vom Maschinenfabrikanten Schwartzkopff in Berlin vier Dampfbohrmaschinen nach eigenem Patente aufgestellt und 1861 in Betrieb genommen (Abb. 28). Anfangs waren die Kolben der Maschine getrennt von den Bohrern und erfolgte das Drehen des Bohrers durch die Maschine selbst. Durch Versuche ergab sich indess bald, dass es zweckmässiger war, die Kolben und die Bohrer aus einem Stück zu fertigen und das Drehen des Bohrers mit der Hand zu bewirken (Abb. 28a). Die Maschinen wurden daher demgemäss umgeändert. Um die Strömung zu mildern, war auch eine besondere Stauvorrichtung mit dem Apparate verbunden, ist indess wenig gebraucht worden. Der so abgeänderte Apparat erwies sich im grossen und ganzen als so zweckmässig und brauchbar, dass im Jahre 1863 bereits ein zweiter ähnlicher, etwas grösserer Apparat erbaut und in Betrieb gesetzt wurde.

Für die Ausführung der Sprengungen, die unter dem Bohrapparate nicht angängig waren, wurde ferner ein besonderer Sprengapparat hergestellt, dem die Aufgabe zufiel, die Bohrlöcher mit Pulverladung zu besetzen und die Zündung zu bewirken. Ein Versuch, den elektrischen Strom bei Zündung der einzelnen Sprengladungen zu verwenden, gelang zunächst nicht, weil die Strömung des Wassers Störungen in den Leitungsdrähten hervorrief.

Die Gesammtkosten, die für diese Maschinen von 1858 bis 1863 aufgewendet wurden, betrugen 133194 Mark.

In den 26 Jahren von 1851 bis 1876 sind nach Nobilings Angabe mit diesen Apparaten im ganzen 20987 Bohrlöcher geschlagen worden mit einer Gesammtlänge von 31232 m. Von den Taucherschächten sind in derselben Zeit im ganzen 29366 cbm zerklüftete Felsen abgeräumt und 759 cbm lose Steine und Gerölle zu Tage gefördert. Ueber Niedrigwasser wurden 4419 cbm Felsen abgebrochen. Der Gesammtkostenaufwand für diese Arbeiten betrug 1260000 Mark. Den Einheitspreis für das Sprengen, Ausbrechen und Herausschaffen eines Cubikmeters Felsen berechnete Nobiling demnach zu 42 Mark, jedoch ausschliesslich der Beschaffung der Geräthe, Apparate und Maschinen.

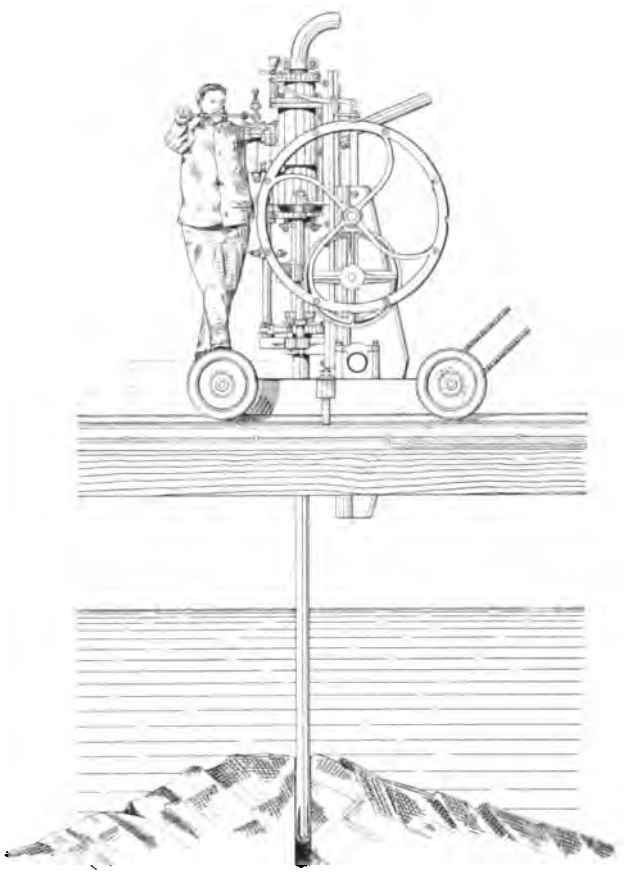


Abb. 28a. Regulierung des Dampfbohrapparats mit der Hand.

Der Betrieb und die Leistungsfähigkeit der Maschinen hatte sich im Laufe der Zeit allmählich mehr und mehr gesteigert. Zu Ende des obigen Zeitraumes wurden allein im Jahre 1876 im ganzen 2675 Bohrlöcher geschlagen sowie 4405 cbm Felsen gesprengt und abgeräumt, also weit mehr als der Durchschnitt ergiebt.

Mit der vermehrten Leistungsfähigkeit war auch die Hoffnung gestiegen, dass es gelingen werde, eine grössere Fahrtiefe zu erzielen als solche bis dahin im Binger Loch bestand. Schon zu Ende der fünfziger Jahre gab der Bau der Rhein-Nahe-Eisenbahn und deren unmittelbare Verbindung mit der Rheinschiffahrt durch den Hafen zu Bingerbrück den Anlass, dahin zu streben, dass alle im Fahrwasser liegenden Schiffahrtshindernisse bis 0,60 m (2 Fuss) unter der alten Bingerlochsohle beseitigt würden. Im Jahre 1860 wurde zugleich damit begonnen, neben dem Binger Loch nahe am linken Ufer entlang ein zweites Fahrwasser in ausreichender Breite und Tiefe herzustellen.

Der Zustand, in dem die Schiffahrtsstrasse des Rheins sich befand, als die Strombauverwaltung in Wirksamkeit trat, geht hervor aus den Berichten der technischen Commission, die im Auftrage der Rheinuferstaaten im Jahre 1849 den Rhein von Basel bis zu seiner Mündung befahren hat. Preussischerseits nahm der damalige Geheime Ober-Baurath G. Hagen an dieser Bereisung theil. In 25 Befahrungs- und 11 Begutachtungs-Protokollen haben die technischen Commissare den Befund und ihre Ansichten über das Vorgehen der einzelnen Staaten eingehend niedergelegt. Für die preussische Rheinstrecke stellte ein besonderer Nachtrag der Commissare von Hessen, Nassau und Preussen vom September 1849 fest, dass „bei gewöhnlichem niedrigsten Wasserstande“ (+ 1,50 m Cölner Pegel) bei der Befahrung die folgenden kleinsten Fahrtiefen gemessen worden sind:

1.	im Binger Loch und den anderen flachsten Stellen zwischen Bingen und Coblenz	1,31 m,
2.	mindeste Tiefe im Fahrwasser zwischen Coblenz und Cöln	1,78 „
3.	in der Merkenicher Kehle	1,44 „
4.	am Cassel-Berge	2,06 „
5.	am Platthals unterhalb Worringen	2,25 „
6.	bei Zons	2,35 „
7.	am Düsseldorfer Sicherheitshafen	2,15 „
8.	unterhalb Götterswickerhamm	2,04 „
9.	am Hollandsward	1,64 „
10.	bei Vynen	2,25 „
11.	oberhalb Spyck	1,73 „

Als „gewöhnlicher niedrigster Wasserstand“ war dabei derjenige Wasserstand zu Grunde gelegt, der durchschnittlich in den zehn Jahren 1839 bis 1848 jährlich während zehn Tagen nicht erreicht oder wenigstens nicht überstiegen worden ist. Für Cöln ergab dies den Stand von + 1,50 m am Pegel. Die Sohle des Binger Lochs lag annähernd auf Null am Binger Pegel, unterhalb Coblenz bis zur holländischen Grenze hin entsprach die Sohle der Fahrrinne etwa dem Nullpunkte des Cölner Pegels. Die schlechteste Stelle lag bei Merkenich.

Bei Besprechung der Mittel und Wege, die zur Beseitigung der vorgefundenen Schiffahrtshindernisse anzuwenden sein würden, traten aber so verschiedenartige Ansichten der einzelnen Commissare zu Tage, dass eine Einigung nicht erzielt werden konnte. Frankreich, Baden und Bayern hatten damals die Regulirung des Oberrheins von Basel abwärts in Ausführung und legten ihre Commissare Werth darauf, ihre dabei befolgte Methode, mittels Längsdämmen den Strom zu reguliren, als die beste Bauweise anerkannt zu sehen. Ihnen schloss sich der niederländische Commissar an. Da die örtlichen Verhältnisse und hydrographischen Grundlagen im Gebiete Preussens indessen anders lagen wie am Oberrhein und der Erfolg der sonst ausgeführten Arbeiten merkbar in die Augen fiel, insofern die preussische Strecke von Coblenz bis zur niederländischen Grenze ihrer grossen Ausdehnung unerachtet schon damals zu den besten des ganzen Rheins gehörte, so konnte der preussische Commissar nicht wohl auf eine Aenderung der Bauweise eingehen. Die in Aussicht genommene Schlussberathung über die im einzelnen zu befolgenden Baumethoden unterblieb. Die Centralcommission für die Rheinschiffahrt hob in ihrer Verhandlung zu Mainz am 19. September 1850 hervor, dass den Rheinuferstaaten nach der geschlossenen Uebereinkunft von 1831 nur die Befugniss zustehe, die Beseitigung von Schiffahrtshindernissen zu verlangen, dass sie aber keine Entscheidung über die Art und Weise der Beseitigung oder über die Mittel der Ausführung zu treffen haben.

Die zweite Strombefahrung der technischen Commissare der Rheinuferstaaten, welche zwölf Jahre später auf Anregung Frankreichs im Jahre 1861 zu stande kam, erkannte die Fortschritte, welche die Stromregulirung im preussischen Gebiete inzwischen gemacht hatte, voll und ganz an. Auf Seite 86 des Protokolls der technischen Strombefahrungscommission heisst es:

„Nachdem die Commissarien sämmtlicher Rheinuferstaaten sich von den Wirkungen und Erfolgen aller in dieser Weise (mit Grundschwellen) eingeleiteten, in allen vier Wasserbaukreisen der preussischen Rheinstrombauverwaltung gleichmässig behandelten Strom- und Uferbauten überzeugt haben, zweifeln sie, in der Voraussetzung, dass in der begonnenen Weise fortgefahren werden soll, keinen Augenblick, dass es der preussischen Regierung bei dem sichtbaren Bestreben,

die Ufer in der Regel nicht über die Normallinie zurückbrechen zu lassen, die bereits abgebrochenen Ufer möglichst bald bis in ihre normale Richtung wieder vorzuschieben, den Strom aber dabei zu zwingen, seine tiefste Rinne möglichst in der Mitte zwischen den so fixirten beiderseitigen Ufern auszubilden, sehr bald gelingen wird, ihre ungetheilte Stromstrecke in einen vollständig guten, allen Interessen entsprechenden Stand zu setzen."

Das Regulirungsziel, dem die Strombauverwaltung im Jahre 1861 zustrebte, war die Herstellung einer genügend breiten, der Richtung der Normalufer möglichst folgenden Schiffahrtsrinne von mindestens 2 m Tiefgang bei niedrigstem Wasserstande von Coblenz abwärts bis zur holländischen Grenze. Zu dem Zwecke suchte man für das Mittel- und kleinste Schiffahrtswasser von Coblenz bis Cöln eine Normalbreite von 320 m, von Cöln bis Düsseldorf von 350 m, von Düsseldorf bis zur niederländischen Grenze von 360 m herzustellen. Die erstrebte Tiefe war unterhalb Cöln thatsächlich bereits nahezu erreicht, die Breite der Fahrrinne war indess an vielen Stellen noch zu gering und zu gekrümmt.

Die technische Strombefahrung vom Jahre 1861 hat für die Regulirung des Rheins insofern eine besondere Bedeutung gewonnen, als die Commissare der Rheinuferstaaten in ihrer Sitzung zu Cöln am 25. Mai 1861 ein neues Regulirungsziel aufstellten, das in Rücksicht auf die mehr und mehr hervortretende Bedeutung der Schiffahrt über das frühere Endziel nicht unbeträchtlich hinausging. Die Frage, „welche Fahrtiefe dem Rheinstrome in seinen verschiedenen Strecken durch angemessene strombauliche Anlagen mit Einschluss ausführbarer Baggerungen und durch zu bewirkende Felsensprengungen noch bei dem gewöhnlichen niedrigsten Wasserstande (+ 1,50 m Cölner Pegel) zu verschaffen sein dürfte", beantworteten die Commissare dahin, dass:

1. in Erwägung des Umstandes, dass dem Binger Loch mit sammt der darunter liegenden Strecke bis St. Goar beim gewöhnlichen niedrigsten Wasserstande niemals eine Wassertiefe von mehr als 2 m gegeben werden könne, und

2. mit Rücksicht der nach oben hin abnehmenden Wassermasse und des steigenden Gefälles die Tiefe von 2 m über Mannheim hinaus sehr schwierig sein würde, es sich empfehle, von Coblenz bis Mannheim eine Wassertiefe von 2 m, von Mannheim bis Strassburg eine solche von 1,50 m bei dem gewöhnlichen niedrigsten Wasserstande anzustreben. Von Coblenz bis Cöln wurde dagegen eine Fahrtiefe von 2,50 m und von Cöln bis Rotterdam eine Fahrtiefe von 3 m bei gleichem Wasserstande für erreichbar erachtet.

Obwohl diese gutachtliche Aeusserung der technischen Commissare niemals von den einzelnen Rheinuferstaaten als bindende Verpflichtung anerkannt worden ist, so hat der Wetteifer der einzelnen Staaten, der Rheinschiffahrt thunlichst die Wege zu ebenen, doch dazu beigetragen, dass dem aufgestellten Endziele soweit als thunlich nach und nach zugestrebt wurde. Es erwies sich dies um so nothwendiger, als sich in der Rheinschiffahrt bald ein stark steigender Aufschwung bemerkbar machte. An Stelle der hölzernen Fahrzeuge traten mehr und mehr eiserne Schiffe, deren Abmessungen sich von Jahr zu Jahr steigerten, je mehr es der Maschinentechnik gelang, stärkere und leistungsfähigere Schleppdampfer herzustellen. Auf den schwierigeren Stromstrecken zwischen Bonn und Bingen wurde die Tauerei eingerichtet. Es entwickelte sich bald ein derartiger Verkehr auf dem Rhein, dass die Regulirung beschleunigt und mit erhöhten Mitteln betrieben werden musste. Das langsame, vorsichtige Vorgehen, das oben beschrieben wurde, war nicht mehr am Platze; es bedurfte ausserordentlicher Geldmittel und anderer Bauweisen, um dem schnellen Entwickelungsgange des Verkehrs folgen zu können.

Dieser Einsicht verdankte die Denkschrift vom Herbste 1879 ihr Enstehen. Die einmüthige Bewilligung der beantragten Geldsummen durch den Landtag trotz schwieriger Finanz-

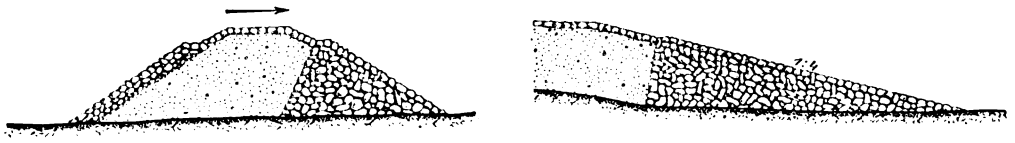
lagen zeigte, wie sehr die Verbesserung der Schiffbarkeit allgemein als Nothwendigkeit empfunden und neben dem Ausbau der Eisenbahnen als unabweisbar geboten erachtet worden ist.

5. Von 1880 bis 1900. Um alsbald einen beschleunigten Baubetrieb aufnehmen zu können, fehlte es zunächst allerdings an vielen Stellen. Nobiling war 1877 in den Ruhestand getreten. Sein Nachfolger, der Strombaudirektor Berring, war von Oppeln aus neu in die Geschäfte eingetreten. Ueberall fehlte es an technischen Hülfskräften. Viele Bauten mussten ohne Anschlag begonnen werden und konnten erst in der Revisionsnachweisung revidirt werden. Genaue Stromkarten waren nicht vorhanden, denn die alten Aufnahmen von 1816 und 1836 waren längst veraltet und an vielen Stellen hätte die zur Aufstellung eines Anschlages erforderliche Neuaufnahme der in Betracht kommenden Situation längere Zeit erfordert, wie der Bau selbst. Wenn auch sofort die geometrische Aufnahme des Rheins von Bingen bis zur holländischen Grenze in Angriff genommen und nach besten Kräften gefördert wurde, so kam es bei den einzelnen Bauausführungen doch zunächst darauf an, nach örtlicher Anschauung und eingehenden Peilungen die erforderlichen Maassnahmen an Ort und Stelle zu bestimmen und ohne Zögern durchzuführen. Für die Ausführung fehlte es aber wieder an Geräthschaften und Maschinen, an Arbeitern und Aufsichtspersonal. Die kleinen Dampfbagger, die 20 Jahre vorher beschafft worden waren, genügten den Anforderungen bei weitem nicht, die bei beschleunigtem Baubetrieb nunmehr an sie gestellt werden mussten; denn an den Stellen, wo die bisherige Fahrrinne durch die neu anzulegenden Buhnen ganz oder theilweise verbaut werden musste, es sich also um eine Verlegung der Fahrrinne vom Ufer in die Strommitte handelte, musste mit dem Bau der Einschränkungswerke zugleich auch die Fahrrinne in ausreichender Breite und Tiefe hergestellt werden, wenn nicht Störungen der Schiffahrt eintreten sollten.

Nothgedrungen musste die Strombauverwaltung daher vom Jahre 1880 ab den Regiebau mehr und mehr aufgeben und die Ausführung der einzelnen Regulirungsbauten an Unternehmer verdingen. Die Vergebung der Arbeiten hat sich jedoch immer auf die Herstellung bestimmter Neubauten oder auf die Ausführung bestimmter Baggerarbeiten beschränkt. Schwierig genug war auch dieses schon. In vielen Fällen ist die Auseinandersetzung mit dem Unternehmer nur im Processwege möglich gewesen. Die Feststellung der wirklich geleisteten Arbeiten war bei der steten Umwandlung, die während des Baues der Buhnen und während der Baggerungen in der Sohle des Stromes sich vollzog, nur schwer möglich und wurde noch schwieriger, wenn hohe Wasserstände eine Unterbrechung des Baues herbeiführten, hier auf Abtrieb, dort auf Verlandung wirkten. Mehr und mehr bürgerte sich daher das Verfahren ein, die Ausführungskosten nicht mehr auf Einzelpreise zu gründen, sondern die gesammte Ausführung eines bestimmten Baues in Generalentreprise gegen Gewährung einer von vornherein auf Grund vorheriger Verdingung bestimmt bemessenen Summe zu vergeben. Dass auch damit gewisse Nachtheile und Gefahren verbunden waren, liegt auf der Hand, aber man kam wenigstens vorwärts und das war die Hauptsache.

Allerdings bedurfte es auch gewisser constructiver Aenderungen. Das Binden und Verlegen der Senkfaschinen erforderte viel Zeit und musste sehr sorgfältig geschehen. Ob die Arbeit in der That sorgfältig erfolgte, konnte kein Aufseher feststellen, wenn er als blosser Zuschauer fungiren sollte, da die Senkfaschinen tief ins Wasser zu liegen kamen. Ueberdies hatte sich gezeigt, dass die nur mit Kies gefüllten Senkfaschinen der Strömung gegenüber nur geringe Widerstandskraft besassen. Das von der Strömung über sie fortgeführte Geschiebe löste den Zusammenhalt derselben, so dass der eingeschlossene Kies bloss lag und abtrieb. Für die mit Steinen gefüllten Senkfaschinen war die Hülle aus Faschinen aber überflüssig. Die schweren

Steine blieben auch so an ihrer Stelle liegen, ja bei unregelmässiger Versenkung der mit Steinen gefüllten Senkfaschinen erwuchs sogar der Nachtheil, dass sich viel gefährlichere Kolke oder Unterspülungen bilden konnten, als wenn die Steine lose gelegen hätten. Aus diesen Gründen bildete sich dann die Verwendung von losen Steinschüttungen und Kiesschüttungen auch beim Bau der Buhnen mehr und mehr aus, zumal die Gesammtkosten sich niedriger stellten als beim Faschinenbau. Der geschützte innere Kern des Bauwerks wurde aus Kies hergestellt, nur der dem Strome ausgesetzte äussere Mantel desselben unter Wasser aus Steinschüttung und über Wasser aus Steinpflaster. Aus dem Packwerksbau früherer Zeiten ist daher allmählich der Steinbau hervorgegangen.



Querschnitt. Längenschnitt.

Abb. 29. Buhnen am Rhein in Steinbau nach dem Jahre 1880.

Gewisse Schwierigkeiten machte es allerdings, in starker Strömung den inneren Kieskern quer zum Strome derartig herzustellen, dass er nicht abgetrieben wurde. In den ersten Jahren wurde daher zunächst auf der stromabwärts liegenden Seite der Buhne ein Damm aus Steinen geschüttet, dessen Böschung nach dem Innern der Buhne zu möglichst steil gehalten wurde. Der Kopf der Buhne, der dem Eisgange Widerstand zu leisten hatte, wurde unter Festhaltung flacher Böschungen von 1 : 4 voll aus Steinen geschüttet (Abb. 29). Im Schutze dieser Steinschüttungen konnte der innere Kern der Buhne dann aus Kies geschüttet und stromauf mit einer dünnen Deckschicht aus Schüttsteinen gegen Wellenschlag gesichert werden, ohne dass ein wesentlicher Abtrieb des Kieses oder eine spätere Beschädigung des Bauwerks zu befürchten war.

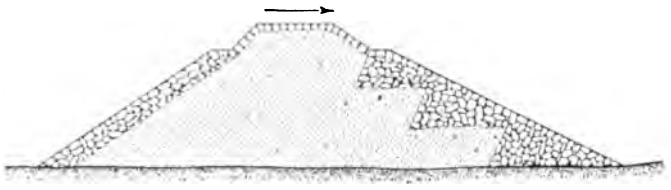


Abb. 30. Querschnitt einer Steinbuhne nach dem Jahre 1885.

In der Mitte der achtziger Jahre ist man statt der Vollschüttung dann zur Ausführung in gewissen Schichten von 1 bis 2 m Höhe übergegangen, weil dadurch besonders bei grossen Bauhöhen wesentlich an Steinmaterial gespart wurde, ohne die vollständige, einheitliche Fertigstellung des Bauwerks in Frage zu stellen (Abb. 30). Das Böschungsverhältniss der Strombauwerke ist im Querschnitt im allgemeinen 1 : 2. Versuche zu steileren Böschungen bei Buhnen und Deckwerken überzugehen, haben sich nicht bewährt. Der Rheinkies verträgt im allgemeinen keine stärkere Böschung bei Schüttungen unter Wasser.

Bei Buhnen, die nicht besonderem Stromangriff ausgesetzt waren, hat man mit gutem Erfolge auch die stromauf liegende Deckung der Buhnen mit Steinen fortgelassen und dafür Böschungen von 1 : 4 oder noch flacher angelegt, je nachdem der zur Verfügung stehende Baggerboden ausreichte (Abb. 31). Auch für die Buhnenköpfe hat man versucht eine Böschung

von $1 : 2^1/_2$ auszuführen, ist aber bald darauf zurückgekommen, dass das Verhältniss $1 : 3$ das äusserst zulässige ist, wenn stärkere Kolkungen verhütet werden sollen.

Die staffelförmige Schüttung von Steinrippen hat auch bei Uferdeckwerken und bei Leitwerken Eingang gefunden und die Ausführung der neuen Quaimauer, die vor Düsseldorf jetzt in Ausführung ist und auf einer derartigen, staffelförmig mit Steinen geschützten Ufervorschüttung aus Kies in 16 m tiefem Wasser fundirt wird, zeigt am besten, welche Festigkeit ein derartiger Uferausbau in sich bietet (Abb. 32).

Abb. 31. Querschnitt einer Kiesbuhne seit dem Jahre 1882.

In der That ist die Beschädigung, die den so hergestellten Strombauwerken bei Hochwasser und Eisgang zugefügt wird, sehr gering. Bei ordnungsmässiger Unterhaltung des Pflasters und der Steinschüttungen kommt es nur selten vor, dass eine Buhne durchbrochen oder in ihrer Krone abgetrieben wird. Die Unterhaltungsarbeiten sind geringer als bei Packwerksbuhnen; allerdings ist das Material an sich auch wieder theurer. Die Verlandung ist fast durchweg eine

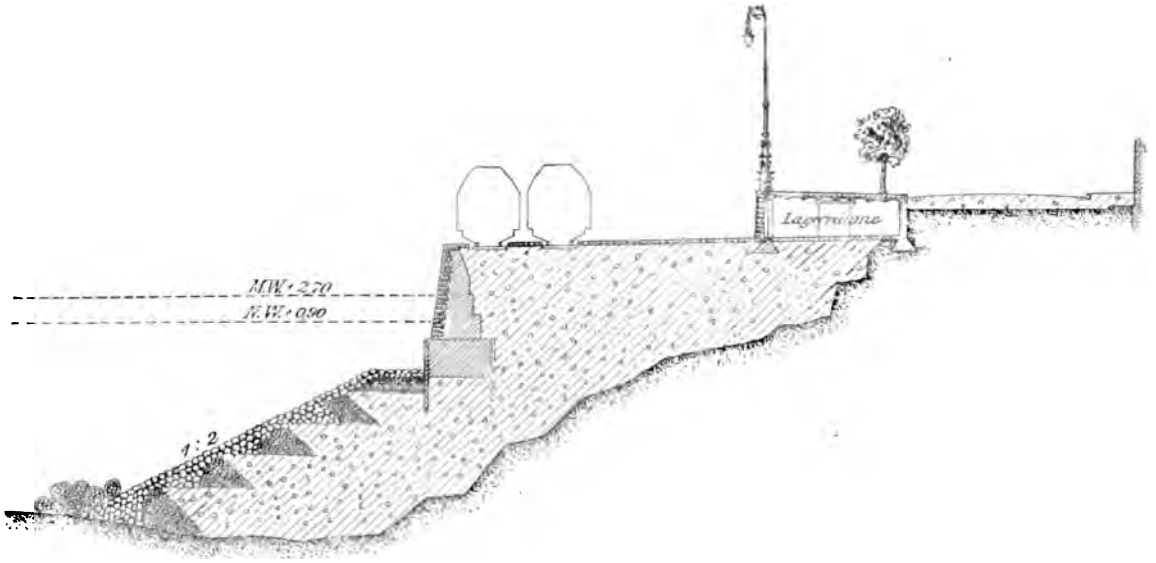


Abb. 32. Ufermauer vor Düsseldorf vom Jahre 1899.

gute, ausser in stark gekrümmten Concaven, weshalb die letzteren grösstentheils mittels Deckwerk ausgebaut worden sind. Der Uferschutz ist ein vollständiger, obschon es noch lange fortdauernder Erhaltung der Böschungen mittels steter Nachschüttungen und Umpflasterungen bedürfen wird. Abbrüchige Ufer von irgend welcher Gefahr sind am Rhein nicht mehr vorhanden.

Wie schon in der Denkschrift von 1879 bemerkt ist, sollten sich die Regulirungsarbeiten seit 1880 indess auf die Beseitigung der wesentlichsten Schiffahrtshindernisse beschränken. Die Regulirung des Rheins unterscheidet sich darin wesentlich von der anderer preussischer Ströme.

Auf vielen, sogar bis zu 8 km langen Strecken des Rheins ging die vorhandene Breite und Tiefe bereits 1879 über das erstrebte Ziel hinaus. Auch die Richtung des Fahrwassers war so günstig, dass solche Strecken, auch wenn sie sonstige Abweichungen von dem Normalprofile zeigten, der Regulirung nicht unterworfen wurden. „Eine zusammenhängende Stromregulirung", sagte die Denkschrift auf Seite 58, „würde eine drei bis vier Mal so grosse Summe erfordern, als für die angenommene Art der Ausführung in Ansatz gebracht ist."

Nicht überall hat sich dieser Zustand aufrecht erhalten lassen. Auf vielen Strecken war das Vorhandensein ausreichender Fahrtiefen nur darin begründet, dass eben in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft Strecken mit geringer Fahrtiefe und starkem Gefälle bestanden. Insofern die Regulirung diese letzteren Strecken vertiefte und damit hier eine Abschwächung des Gefälles herbeiführte, wurden die früher guten Strecken zum Theil in Mitleidenschaft gezogen und verloren an Ausdehnung. Thatsächlich hat die Regulirung sich mehrfach weiter ausdehnen müssen, als ursprünglich geplant war.

Nicht unerwähnt mag bleiben, dass die Strombauverwaltung bei Erreichung dieser weiter gesteckten Ziele durch die Thätigkeit der Privatbaggerbetriebe zur Gewinnung von Rheinkies für Handels- und Gewerbezwecke nicht unwesentlich unterstützt wurde. Solche Betriebe wurden und werden auch jetzt noch in genau vorgeschriebenen Grenzen nur da zugelassen, wo die Kiesentnahme zugleich auch den Stromregulirungszwecken dient und sich durch Erweiterung oder Vertiefung der Schiffahrtsrinne mit der erstrebten Wirkung der Strombauwerke vereinigt. Es sind in den letzten Jahrzehnten besonders auf dem preussischen Niederrhein nicht unbedeutende Kiesmengen zum Nutzen der Stromregulirung dem Strome entnommen worden und es steht zu hoffen, dass diese Kiesförderungen auch künftig ein wichtiges und für den Staat kostenloses Hülfsmittel zur Erhaltung und weiteren Verbesserung der Stromführung bleiben werden. Allerdings darf die Stromregulirung dabei nicht feiern und sich auf die Anweisung von Baggerfeldern beschränken, sondern muss bestrebt bleiben, dem Stromprofil durch seitliche Beschränkung mittels einzelner Werke das Uebermaass zu nehmen, welches zur Erweiterung des Fahrwassers in der Strommitte durch Baggerung geschaffen wird, da nur in diesem Falle sich eine Senkung des mittleren Wasserstandes hintanhalten lassen wird. Die Stromregulirungsarbeiten müssen also mit den auf Kiesgewinnung abzielenden Baggerungen Hand in Hand gehen, um den Schäden vorzubeugen, die der Landwirthschaft sonst durch nachtheilige Senkung der Wasserstände erwachsen könnten.

Das in der Denkschrift von 1879 der Stromregulirung gesteckte Ziel ging über das früher erstrebte Maass von 2 m Fahrtiefe bei niedrigstem Wasser nicht unwesentlich hinaus. Die Normalbreite des Stromes musste daher beschränkt werden und wurde von Coblenz bis zur Siegmündung bei Bonn auf 280 m, von dort bis Emmerich auf 300 m bemessen. Unterhalb Emmerich nimmt die Breite allmählich auf 340 m zu und behält dieses Maass bis zur niederländischen Grenze bei. Die Breite der Fahrrinne ist fast durchweg auf 150 m bemessen worden. Nicht überall ist die Herstellung dieser Normalbreiten nothwendig gewesen, um das der Regulirung gesteckte Ziel zu erreichen. An vielen Stellen genügte eine Verbauung der wesentlichsten Buchten und Erweiterungen des Stromlaufs. Ein vollständiger Ausbau der für das künftige Ufer angenommenen Streichlinien (Correctionslinien) ist bisher nicht nothwendig geworden, so dass der Strom nicht nur bei hohem Wasser, sondern auch bei mittleren und niedrigen Wasserständen noch sehr verschiedene Strombreiten besitzt. Der früher befolgte Grundsatz, nur an denjenigen Stellen einzugreifen, wo die erstrebte Fahrrinne noch nicht bestand, ist auch nach dem Jahre 1880 befolgt, von der Aufstellung eines Generalplans, der den Ausbau bestimmter Profilgrössen

in ganzer Ausdehnung des Stromes in Aussicht genommen hätte, von einem Ausgleich des Gefälles ist abgesehen worden.

Am schwierigsten war die Durchführung des in der Denkschrift entwickelten Programms auf der Felsenstrecke zwischen Bingen und St. Goar. Dem schnelleren Vorgehen auf den anderen Stromstrecken entsprechend musste im Jahre 1880 auch hier ein beschleunigter Arbeitsbetrieb zu ermöglichen gesucht werden. An Hülfsmaschinen standen zur Verfügung ein Dampfbohrapparat mit zwei Bohrmaschinen, zwei Handbohrapparate, ein Sprenggerüst und vier Taucherschächte. Davon waren die Taucherschächte bereits seit Jahren Tag und Nacht im Betriebe. Um ihre Leistungsfähigkeit zu erhöhen, wurde der Taucherschacht III von 3,50 m auf 5,50 m Eintauchungstiefe umgebaut und die Beschaffung eines neuen fünften Taucherschachtes in Aussicht genommen. Der letztere wurde von der Gutehoffnungshütte 1883 (für 96514 Mark) erbaut und trat im Herbste 1884 in Betrieb. Die Thätigkeit der Taucherschächte beschränkte sich aber immer noch auf das Abräumen der von den Bohrmaschinen und dem Sprengapparate zerkleinerten Felsmassen.

Abb. 33. Anordnung der Dampfbohrmaschine von Wild im Jahre 1884.

Um auch den Bohrbetrieb zu fördern, wurde im Jahre 1880 die Beschaffung einer weiteren Dampfbohrmaschine in Aussicht genommen. Nach den günstigen Erfahrungen, die am Gotthardtunnel mit Brandtschen Bohrmaschinen gemacht waren, sollten an Stelle der bisherigen Stossbohrer nunmehr Drehbohrer treten, deren Schneidflächen mit schwarzen brasilianischen Diamanten besetzt waren. Für den Betrieb wurde ebenfalls Dampfkraft vorgesehen. Der Apparat, welcher 41738 Mark kostete, kam im Jahre 1883 in Betrieb, aber die Fassung der Diamanten erwies sich den Stössen gegenüber, die von den Kähnen und dem ganzen Apparate, mit dem die Bohrer ebenso wie beim alten Dampfbohrapparate fest verbunden waren, als zu schwach. Es wurden vielfache Reparaturen erforderlich, die sehr kostspielig waren, und die Leistungen entsprachen nicht den gehegten Erwartungen. Um die Stösse zu beseitigen, versuchte man, die feste Verbindung der Bohrer mit den Bohrschiffen aufzugeben und wurde im Herbste 1884 mit dem Ingenieur Wild, dem Vertreter der englischen Gesellschaft Beaumont, Jones & Co. zu London die Vereinbarung getroffen, dass derselbe einen ihm patentirten Apparat am Rhein erproben möchte. Die Construction dieses Bohrapparats bestand darin, dass das Bohrgestänge nur mit einer dreicylinderigen Brotherhoodschen Maschine von etwa zwei Centner Gewicht fest verbunden war, im übrigen aber an einem Gerüste zwischen den Tragschiffen des Apparats frei mittels Flaschenzügen aufgehängt war. Die Dampfzuführung vom Kessel zur Maschine erfolgte durch Gummischläuche (Abb. 33). Um diese Maschinen zu erproben, wurde der Firma Beaumont, Jones & Co.

im Jahre 1885 eine sehr harte Felskuppe an der Mäusethurminsel bei Bingen, auf der etwa 1400 cbm Fels zu beseitigen waren, zur Bohrung, Sprengung und Abräumung für den Gesammtpreis von 43000 Mark übertragen, wobei die Strombauverwaltung die erforderlichen Schiffe und einen schwimmenden Dampfkrahn zur Verfügung stellte. Mit Rücksicht auf die allgemeine Verwendbarkeit eines derartigen Krahnes hatte die Strombauverwaltung Ende 1885 daher den ersten Greifbagger beschafft und in Betrieb gestellt (Abb. 34).

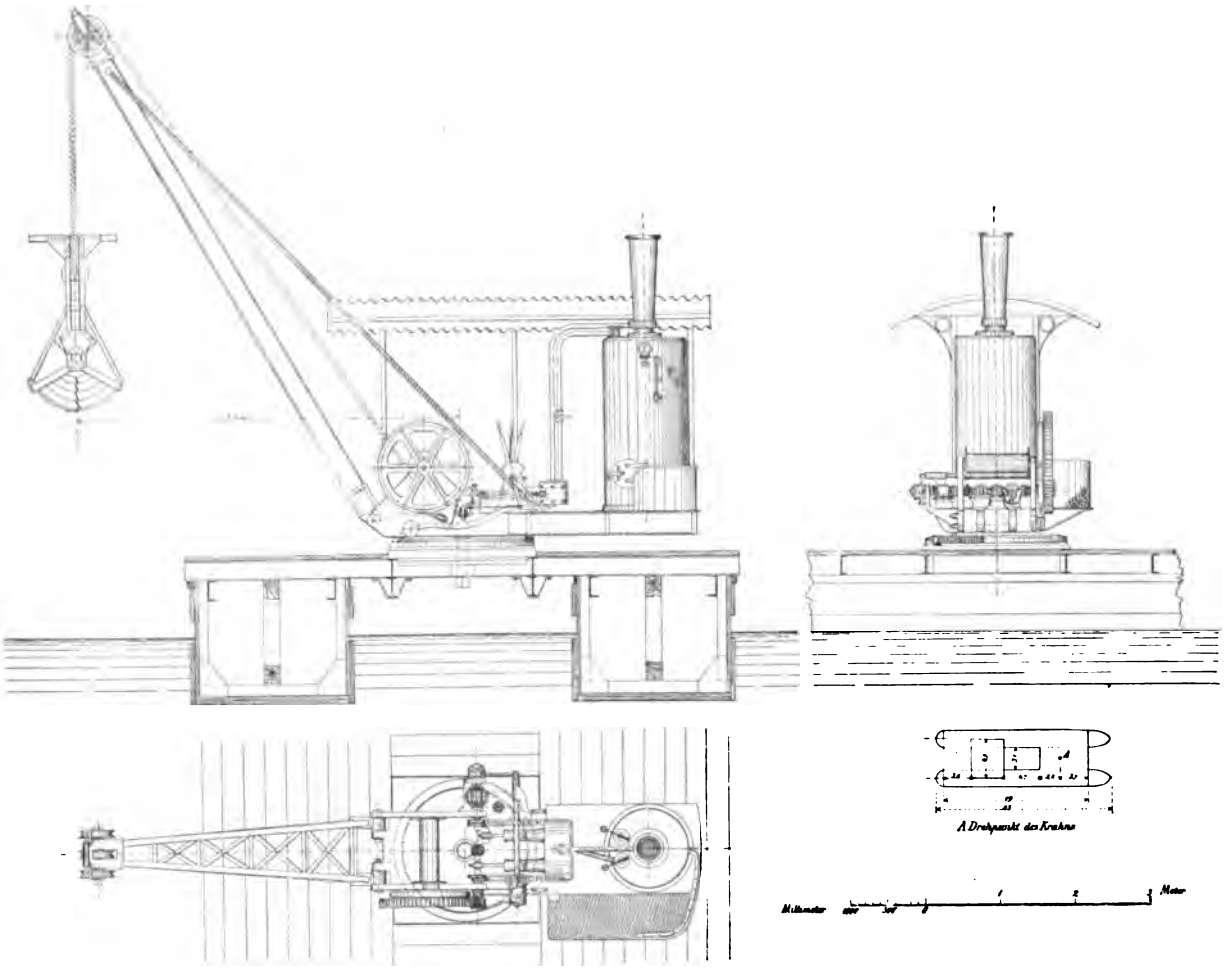


Abb. 34. Der Greifbagger vom Jahre 1885.

Die Erfolge, die bei diesen Sprengversuchen sich ergaben, befriedigten nur theilweise. Zwar ging das Bohren etwas schneller, wie mit den früheren Stossbohrern, die Löcher wurden auch gleichmässiger, aber wesentliche Fortschritte waren besonders in pecuniärer Hinsicht damit nicht verbunden. Die Strombauverwaltung hat daher Abstand genommen, diese Bohrmaschinen zur weiteren Anwendung zu bringen, sondern beschränkte sich darauf, den schädlichen Einfluss des Schwankens des Apparats dadurch zu beheben, dass die Tragschiffe der Dampfbohrmaschinen nach ihrer Verlegung vor Ort an vier auf der Flusssohle aufstehenden Schoorbäumen um einige

Decimeter angehoben wurden, so dass die ganze Vorrichtung nicht mehr auf dem Wasser schwamm, sondern fest auf der Flusssohle aufstand.

Dagegen ergaben die Arbeiten des Ingenieurs Wild in anderer Richtung Anlass zu gewissen Aenderungen. Bis 1885 war zu den Sprengungen fast nur Pulver verwendet worden. Seit den Sprengungsarbeiten an der Mäusethurminsel hat sich mehr und mehr die Verwendung von Dynamit (Gelatine) als vortheilhaft erwiesen und ist später ausschliesslich gewählt worden. Ebenso schien es, als ob die Abräumung der gesprengten Felsen sich mittels Greifbaggers leichter und billiger durchführen liess als mit Taucherschächten. Eine Fortsetzung der Arbeiten durch die englische Firma, die beabsichtigt war, unterblieb, da die Firma bald in andere Hände überging.

Um auch den Felsensprengarbeiten, die nebenher von der Strombauverwaltung ausgeführt wurden, einen rascheren Fortgang zu geben, wurde der Versuch gemacht, an Stelle des Tagelohns bestimmte Accordsätze einzuführen oder die Arbeiten an Unternehmer zu vergeben. Ein Taucherschachtmeister, der bereits seit 1846 bei den Sprengungen am Rhein beschäftigt gewesen war, übernahm auf Ansuchen im Jahre 1884 mit mehreren Genossen die Ausführung der Bohr-, Spreng- und Abräumungsarbeiten in festem Vertrage. Für das Cubikmeter gesprengte und aufgesetzte Felsmasse wurden 24 Mark vergütet. Die Apparate wurden von der Strombauverwaltung vorgehalten. Die Arbeiten bedurften indess äusserst strenger Aufsicht, damit in den Taucherschächten nicht Material zu Tage gefördert oder aufgesetzt wurde, das garnicht gesprengt war. An Stellen, wo nur flache Schichten fortzusprengen waren, wurden ferner die Arbeiten mehrfach über das nothwendige Maass ausgedehnt. Als daher die günstige Erfahrung vorlag, dass zur Abräumung der gesprengten Felsmassen sich Greifbagger mit Vortheil verwenden lassen würden, wurde der Vertrag zum 1. August 1886 gekündigt.

Nach Reparatur der Taucherschächte trat man dem Versuche näher, die verfügbar werdenden Taucherschächte dem Bohrbetriebe in erhöhtem Maasse dienstbar zu machen. Der Vortheil, dass auf dem Grunde des Taucherschachtes sich die Form der Felsen und die Schichtung des Gesteins übersehen liess, musste der zweckmässigen Anordnung der Bohrlöcher wesentlich zu statten kommen, wenn es möglich war, im Innern des Taucherschachtes Bohrmaschinen anzubringen und die Richtung der Bohrlöcher senkrecht zur Schichtung des Gesteins zu wählen. Betriebskraft war in Form von Pressluft ausreichend vorhanden. Im Jahre 1889 wurde daher einer der Taucherschächte versuchsweise mit zwei leichten Stossbohrmaschinen ausgerüstet, die durch Pressluft betrieben wurden. Für die Sprengung wurde seitdem die elektrische Zündung mit der Bornhardtschen Zündmaschine in Anwendung gebracht. Diese neue Vorrichtung bewährte sich so gut, dass im Winter 1889/90 auch die beiden anderen Taucherschächte mit der gleichen Einrichtung versehen wurden. Der einzige Nachtheil bestand darin, dass die Grundfläche von 8 qm zu klein war. Der Apparat musste alle sechs Stunden neu verlegt werden und damit war grosser Zeit- und Arbeitsverlust verbunden. Nach einer Besichtigung der im Hafen von Genua zur Herstellung zweier Docks im Gange befindlichen Felssprengungen der Ingenieure Zschokke und Terrier im Jahre 1889 wurde die Beschaffung grösserer Taucherschächte von 25 qm Grundfläche beschlossen. Der erste grössere Taucherschacht wurde 1890 für rund 250000 Mark erbaut und nach Erprobung desselben im Jahre 1892 ein weiterer Schacht gleicher Grösse beschafft. In jedem Schachte konnten acht Bohrmaschinen gleichzeitig in Betrieb gesetzt werden (Abb. 35).

Zwar waren diese neuen Taucherschächte auch mit verbesserter Fördervorrichtung versehen worden. Die auf einen Fassungsraum von 0,14 cbm vergrösserten Fördereimer sollten von Winden, die durch Pressluft betrieben wurden, gehoben werden. Indessen zeigte sich auch dieser verbesserten Einrichtung gegenüber der Greifbagger, der bei 20stündiger Arbeitszeit 30

bis 50 cbm Felstrümmer zu Tage förderte, so überlegen, dass noch zwei weitere Greifbagger beschafft wurden, um mit den seit 1890 mehr und mehr lediglich der Bohrarbeit sich widmenden Taucherschächten gleichen Schritt zu halten. Von der Beschaffung eines Löffelbaggers wurde der hohen Kosten wegen abgesehen.

Durch all diese auf maschinellem Gebiete erreichten Fortschritte war der Fortgang der Arbeiten bereits wesentlich gesteigert. Seine volle Höhe erreichte er indess erst im Jahre 1894 mit der Verwendung kräftiger Eimerbagger zur Abräumung und mit der Beschaffung eines Felsenstampfers zur Zertrümmerung des Gesteins. Nachdem einige Versuche, den Steinschutt auch mittels Eimerbagger zu fördern, einen günstigen Verlauf genommen hatten, wurden 1894 zwei

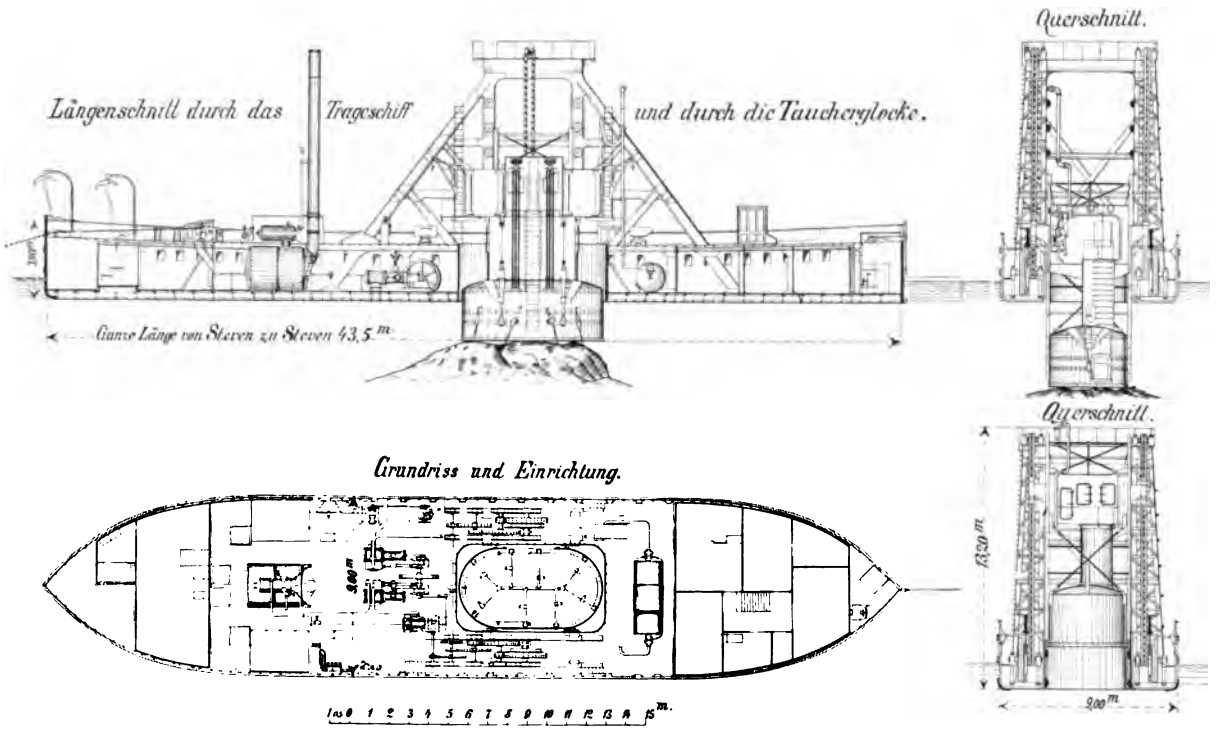


Abb. 35. Taucherschacht Nr. V am Rhein vom Jahre 1892.

kräftige Eimerbagger, der Hercules und der Roland, die 1879 und 1884 für je 82000 Mark beschafft waren, mit einem Kostenaufwande von 140398 Mark vollständig umgebaut und verstärkt. Diese beiden Apparate haben sich in der Folge vorzüglich bewährt, da ihre Leistung sich in zehnstündiger Arbeit zwischen 150 und 400 cbm bewegte (Dampfbagger Roland vergl. Abb. 36).

Zur Beschaffung des Felsenstampfers gab eine Besichtigung der Arbeiten an der unteren Donau Anlass. Die Einrichtung desselben besteht darin, dass von einem schwimmenden Apparate aus mittels eines rund 10000 kg schweren Meissels, der aus 3 bis 6 m Höhe herab frei fallen gelassen wird, das Gestein der Sohle in systematischem Vorgehen zertrümmert wird. Der Meissel hat 9,50 m Länge, sein grösster Querschnitt beträgt 40 : 40 cm. Die Leistungen des Felsenstampfers sind im Schieferfelsen sehr gute. Es kommt vor, dass der Meissel beim ersten Schlage um 50 cm oder mehr in den Felsen eindringt, meistens muss indess mehrmals zugeschlagen werden. Bei stündlich 100 bis 120 Schlägen vermag der Felsenstampfer in 20stündiger

Arbeitszeit täglich etwa 150 qm Felsfläche zu zertrümmern, d. h. 50 bis 60 cbm Felsen zu brechen. Dieser Betrieb wurde 1894 eröffnet. Die Kosten der Anschaffung des Felsenstampfers betrugen 232351 Mark (Abb. 37).

Mit diesen Apparaten sah sich die Strombauverwaltung nun in der Lage, auch auf der Felsenstrecke den Arbeiten einen stärkeren Fortgang zu geben. Vom 1. April 1890 bis zum 30. Juni 1898 wurden 196900 cbm gesprengt und abgeräumt. Vor dem Jahre 1890 waren 60647 cbm beseitigt, so dass bis zum 30. Juni 1898 im ganzen 257547 cbm Felsen beseitigt worden sind.

Abb. 36. Dampfbagger Roland, erbaut 1884, verstärkt 1894.

Innerhalb acht Jahren ist mehr als die dreifache Arbeitsmenge geleistet, wie vorher in 40 Jahren, die durchschnittliche Leistungsfähigkeit ist auf das 16fache vermehrt worden.

Ohne Rücksicht auf Beschaffung der Maschinen kostete die Beseitigung eines Cubikmeters Felsen durchschnittlich

in den Jahren	1830 bis 1832	. . .	589	Mark,
„ „ „	1851 bis 1876	. . .	42	„
„ „ „	1876 bis 1884	. . .	24,20	„
„ „ „	1890 bis 1897	. . .	9,45	„

Die Beschaffung der Maschinen und Fahrzeuge hat nun zwar seit 1880 den beträchtlichen Aufwand von rund 1550000 Mark erfordert. Wird aber die Masse des geförderten Felsens in Betracht gezogen, so ergiebt sich, dass die Anschaffungen sich schon gelohnt hätten, wenn nur die Hälfte der wirklich geleisteten Arbeiten vorgelegen hätte. Die Beschaffung der Maschinen

hat sich längst bezahlt gemacht und die Strombauverwaltung sieht sich dabei heute im Besitze eines noch fast neuen, ausserordentlich leistungsfähigen Arbeitsmaterials. Da die hauptsächlichsten Arbeiten erst in den letzten fünf Jahren ausgeführt sind, so wäre ohne Beschaffung der neuen Maschinen die Herstellung der geplanten Fahrrinne in der früher in Aussicht genommenen Bauzeit von 18 Jahren überhaupt unausführbar geblieben. Der volkswirthschaftliche Vortheil, der durch diese Förderung der Arbeiten erwachsen ist, lässt sich kaum schätzen.

Die Breite der auf 2 m Tiefe bei gemitteltem Niedrigwasser (+ 1,20 m Binger Pegel) hergestellten Fahrrinne ist zwischen Bingen und St. Goar nicht überall die gleiche. Im eigentlichen Binger Loch wurden bei der geringen Länge desselben nach den vorliegenden Erfahrungen

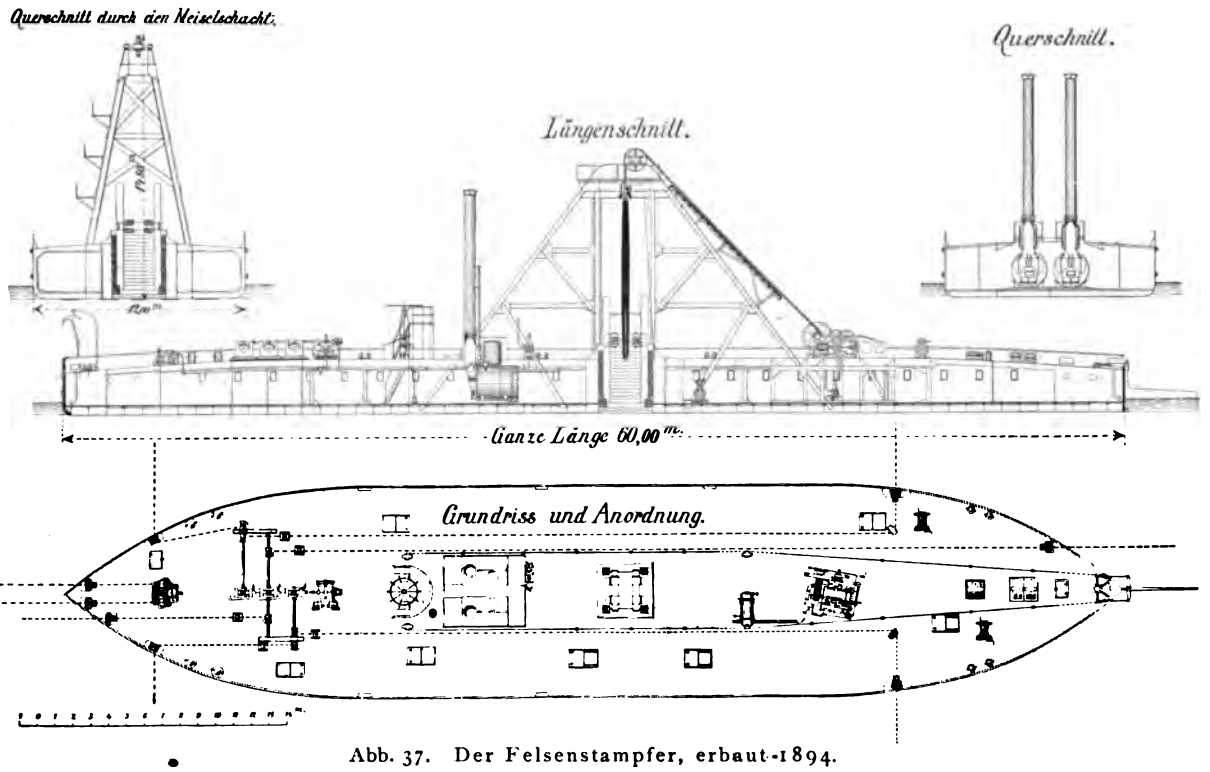


Abb. 37. Der Felsenstampfer, erbaut 1894.

30 m als ausreichend erachtet, oberhalb und unterhalb desselben erweitert diese Breite sich indess auf 70 m und bis Assmannshausen hin auf 90 m. Im Binger Loch können sich Schleppzüge nicht begegnen. Das neben demselben angelegte zweite Fahrwasser hat 50 cm weniger Tiefgang erhalten als das Binger Loch selbst und dient hauptsächlich der Thalfahrt. Die Bergfahrt geht durch das Binger Loch. Grössere Breiten oder Tiefen der Fahrrinne herzustellen ist in der Befürchtung von Spiegelsenkungen im Rheingau bisher unterlassen.

Im wilden Gefähr bei Caub ist die Breite ebenfalls beschränkt worden. Das der Bergfahrt dienende Cauber Wasser hat nur 60 m Breite, das wilde Gefähr selbst, das für die Thalfahrt bestimmt ist, eine 70 m breite Fahrrinne erhalten. Im übrigen ist die Fahrrinne — abgesehen von mehrfachen Erweiterungen für Liegeplätze und in scharfen Krümmungen — zwischen Bingen und Oberwesel auf 90 m Breite hergestellt, von Oberwesel bis St. Goar verbreitert sie sich auf 120 m.

Die Ausführung der Arbeiten wurde durch mancherlei Umstände sehr erschwert. Die sehr lebhafte Schiffahrt durfte durch die Arbeiten nicht behindert werden, führte aber ihrerseits für den Baubetrieb viele Störungen herbei; das im Strome liegende Drahtseil der Tauerei gefährdete häufig die Verlegung der Apparate und deren Verankerung, die zahlreichen am Strome gelegenen Ortschaften und Gebäude verboten vielfach die Anwendung kräftiger Sprengladungen, die grosse Härte des reich mit Quarz durchsetzten Gesteins, die fast lothrecht gerichtete Schichtung desselben, die reissende Strömung und die grosse Breite des Stromes führten oft derartige Verzögerungen und Unterbrechungen des Baubetriebes herbei, dass die wirkliche Arbeitsdauer eines Jahres oft fast auf die Hälfte zusammenschmolz. Für die Leitung der Arbeiten auf der Felsenstrecke war seit 1890 eine besondere Neubauabtheilung in Bingerbrück eingerichtet.

Das Ergebniss der Arbeiten lässt sich dahin zusammenfassen, dass die in der Denkschrift von 1879 gestellten Aufgaben auf der Strecke der Rheinstrombauverwaltung von Bingen bis zur niederländischen Grenze mit den bewilligten Geldsummen erfüllt und die Fahrtiefen hergestellt sind, die im Jahre 1879 als das Endziel der Stromregulirung des Rheins betrachtet wurden.

B. Die Regulirung des Rheins von Bingen bis zur niederländischen Grenze.

Wer auf einem der grossen, mit allen Bequemlichkeiten ausgerüsteten Dampfschiffe der Cöln-Düsseldorfer Gesellschaft den Rhein von Bingen abwärts über St. Goar, Coblenz und Bonn hinaus stromab nach Cöln, Düsseldorf, Ruhrort und Emmerich verfolgt, kann schon durch den Augenschein sich überzeugen, dass die örtlichen Vorbedingungen auf den einzelnen Stromstrecken ausserordentlich verschieden sind. Von Bingen bis Bonn meist von etwa 200 m hohen, oft weit in den Strom vortretenden Bergen eng begrenzt, von Bonn bis Cöln ein bei hohem Wasser noch meist einheitlicher geschlossener Strom, unterhalb Cöln an Breite wachsend, bis er oberhalb Emmerich das Thal in 8 km Breite bei hohem Wasser bedeckt, bietet der Rhein den verschiedenartigsten Anblick. Hier ein gewaltiger Gebirgsstrom, der in mächtigem Anprall schäumend die Felsenketten zu sprengen sucht, die ihm von Natur aus überall gezogen sind, dort ein siegesbewusster, majestätisch dahinziehender Tieflandstrom, der sein Bett sich nach seinem ewig unabänderlichen Willen und Gefallen schafft und erhält. Hier verfolgt der Strom streckenweise in grader Richtung und regelmässigem Laufe seine Bahn, dort durchzieht er in vielfachen, weit verschlungenen Windungen das Gelände oder bietet dem Auge ein solches Gewirr von Inseln und Stromarmen, Wiesenflächen, Weidenhegern und dünenartigen Sandbänken, dass sich eine Ahnung aufdrängt von der elementaren Gewalt, die sich einstmals zu entfesseln vermochte. Bedenkt man, dass der Rhein durchschnittlich in jeder Secunde über 2000 cbm Wasser zu Thal führt und dass die Fallhöhe von Bingen bis zur holländischen Grenze rund 67 m beträgt, so giebt das eine Kraftentwickelung von über zwei Millionen Pferdestärken, die der Strom zur Ueberwindung der ihm entgegen stehenden Hindernisse zur Verfügung hat und die er je nach den örtlichen Verhältnissen zwischen Bingen und der holländischen Grenze vertheilt.

Im einzelnen bestehen aber grosse Unterschiede. Einerseits schwankt auf den einzelnen Strecken das Gefälle in weiten Grenzen, je nach den örtlichen Verhältnissen, andererseits ändert sich die Wassermenge je nach den herrschenden Wasserständen. Grosse Verschiedenheit waltet ferner in der Festigkeit des Materials, aus dem das Flussbett zusammengesetzt ist; Felsen, Steine, Gerölle, Kies, Sand wechseln in scheinbar regelloser Weise einander ab, so dass an jeder einzelnen Stelle erst der Thatbestand zu prüfen und zu erwägen war, welche Art der Regulirung, welche Art der Bauweise und welche Art von Hülfsmitteln angezeigt erschien. Einheitlich gegeben war nur das Regulirungsziel, alles andere war an jeder Stelle und zu jeder Zeit verschieden. Eine Schilderung der Bauausführungen muss demnach für die einzelnen Stromstrecken gesondert erfolgen und die Darstellung der örtlichen Verhältnisse mit in Betracht ziehen.

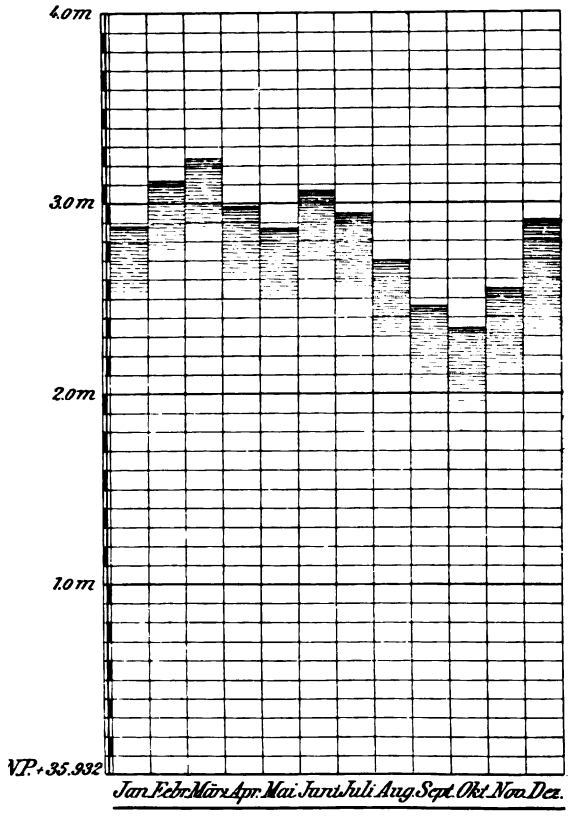


Abb. 38. Darstellung der mittleren Monatswasserstände am Pegel zu Cöln von 1817 bis 1899.

Zur Gewinnung eines allgemeinen Ueberblickes soll nur über die Wasserführung des Rheins eine kurze allgemeine Betrachtung vorausgeschickt werden (da sich der Rhein hierin von den anderen Strömen der norddeutschen Tiefebene merkbar unterscheidet). Der bedeutenden, 750 qkm grossen Gletscherfläche und nicht minder der rund 341 qkm grossen Seenfläche im Alpenquellgebiete verdankt der Rhein zur Zeit der Trockenheit eine derartige Speisung, dass er ein Niedrigwasser in dem Maasse, wie die anderen preussischen Ströme und Flüsse nicht kennt. Je heisser und regenloser die Zeit, desto stärker ist vielmehr seine Speisung durch die Gletscher. Selbst bei niedrigstem Wasserstande entspricht die Wasserführung des Rheins noch einer Ergiebigkeit des Niederschlagsgebietes, die an den anderen Strömen bei Mittelwasser zu herrschen pflegt. In diesen eigenartigen Speisungsverhältnissen liegt der Grund, weshalb der Rhein im allgemeinen jährlich zwei Hochwasser- und zwei Niedrigwasserzeiten erkennen lässt. Das Winter- oder Frühjahrshochwasser stellt den Abfluss der Niederschläge dar, die unmittelbar abfliessen oder aus dem Schnee des Mittelgebirges sich sammeln; das Sommerhochwasser im Juni und Juli leitet seinen Ursprung aus den alpinen Zuflüssen her. Schon die Farbe des Wassers lässt in jedem Falle die verschiedenartige Speisung erkennen. Das kleine Wasser fällt am Rhein in die Monate Mai und October. Für den Pegel zu Cöln ist die Höhe des mittleren Monatswasserstandes als Durchschnitt der Jahre 1817 bis 1899 graphisch in vorstehender Darstellung wiedergegeben (Abb. 38).

Der mittlere Jahreswasserstand des Rheins beträgt nach 72jähriger Beobachtung + 2,871 m am Pegel zu Cöln, schwankt aber für das einzelne Jahr zwischen + 1,80 und + 3,73 m am Pegel. Als niedrigster Wasserstand ist zur Zeit die Höhe von + 0,61 m am Pegel zu Cöln, die im October 1895 eingetreten ist, maassgebend.

Der höchste Wasserstand des letzten Jahrhunderts erreichte im November 1882 den Stand von + 9,52 m am Pegel zu Cöln.

Der gemittelte Niedrigwasserstand, der für die Regulirung des Rheins als Grundlage dient, ist seit dem Jahre 1861 auf + 1,50 m am Pegel zu Cöln angenommen.

Aus der untenstehenden Darstellung geht hervor, welchen Werth diese Wasserstände an den übrigen Hauptpegeln des Rheinstroms annehmen.

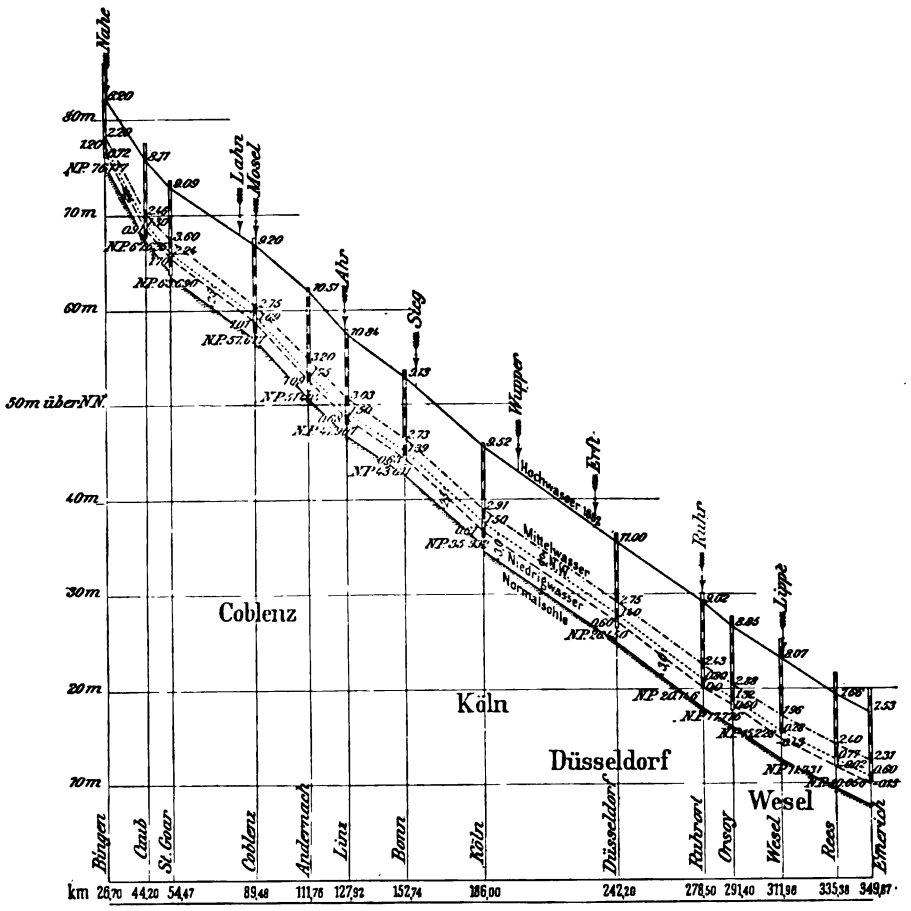


Abb. 39. Darstellung des Hochwassers, gemittelt Niedrigwassers und Niedrigwassers an den Hauptpegeln.

Was die Häufigkeit der Wasserstände anlangt, so ist im Zeitraume 1817 bis 1896 ein Wasserstand

von	+ 0,86	m	am	Pegel	zu	Cöln	an	5	Tagen	unterschritten,
„	+ 1,08	„	„	„	„	„	„	10	„	„
„	+ 1,32	„	„	„	„	„	„	20	„	„
„	+ 1,47	„	„	„	„	„	„	30	„	„
„	+ 1,57	„	„	„	„	„	„	40	„	„
„	+ 1,67	„	„	„	„	„	„	50	„	„
„	+ 2,02	„	„	„	„	„	„	100	„	„

von + 2,33 m am Pegel zu Cöln an 150 Tagen unterschritten,
„ + 2,68 „ „ „ „ „ „ 200 „ „
„ + 3,06 „ „ „ „ „ „ 250 „ „
„ + 3,64 „ „ „ „ „ „ 300 „ „
„ + 4,42 „ „ „ „ „ „ 325 „ „
„ + 5,10 „ „ „ „ „ „ 350 „ „

Der Wasserstand von 6 m am Cölner Pegel, der ungefähr der allgemeinen Ausuferung entspricht, ist von 1816 bis 1886 eingetreten:

im Januar	25	Mal	an	zusammen	132 Tagen,
„ Februar . . .	18	„	„	„	120 „
„ März	19	„	„	„	138 „
„ April	8	„	„	„	41 „
„ Mai	2	„	„	„	6 „
„ Juni	2	„	„	„	4 „
„ Juli	1	„	„	„	2 „
„ August	—	„	„	„	— „
„ September . .	1	„	„	„	3 „
„ October . . .	2	„	„	„	7 „
„ November . . .	9	„	„	„	80 „
„ December . . .	21	„	„	„	142 „

In den Monaten Mai bis October pflegt also eine Ausuferung des Wassers nicht einzutreten. Die Sommerhochwasser bieten auf der preussischen Stromstrecke für die Benutzung der Vorländer keine besondere Gefahr.

Die Eisverhältnisse sind am Rhein nicht so gefährlich, wie an den anderen preussischen Strömen. Cöln und Coblenz haben seit mehr als 50 Jahren keinen Eisstand im Rhein gesehen, während Ruhrort in dieser Zeit in 4 Jahren, Emmerich in 13 Jahren Eisstand gehabt hat. Eisgang herrschte

bei Coblenz durchschnittlich an 16 Tagen,
„ Cöln „ „ 17 „ ,

während Emmerich durchschnittlich 4 Tage Eisstand und 13 Tage Eisgang hatte.

Die Schiffahrt wird beeinträchtigt jährlich im Durchschnitt

durch Hochwasser an 8 Tagen,
„ Eis „ 17 „
„ Niedrigwasser „ 17 „
an zusammen 42 Tagen.

Die kleinste Wassermenge des Rheins beträgt neueren Ermittelungen zufolge beim niedrigsten Wasserstande von

+ 1,01 m	am	Pegel	zu	Coblenz . . .	565 cbm,
+ 0,68 „	„	„	„	Linz	608 „
+ 0,61 „	„	„	„	Cöln	662 „
+ 0,60 „	„	„	„	Düsseldorf . .	662 „
+ 0,60 „	„	„	„	Orsoy	747 „
— 0,03 „	„	„	„	Rees	784 „

Bei gemitteltem Niedrigwasser von + 1,50 m am Cölner Pegel beträgt die Wasserführung des Rheins

oberhalb	der	Ahrmündung	967 cbm,
„	„	Wuppermündung	980 „
„	„	Ruhrmündung	992 „
„	„	Lippemündung	1011 „
„	„	holländischen Grenze . .	1029 „

Bei gemitteltem Jahreswasserstande führt der Rhein rund 2000 cbm, seine Wassermasse wächst dabei von 1879 cbm oberhalb Linz bis auf 2026 cbm oberhalb Wesel.

Für die grösste Hochwassermenge bestehen nur unsichere Schätzungen, denen zufolge der Rhein 8000 bis 9000 cbm führen soll.

I. Die Stromstrecke von Bingen bis St. Goar.

Während oberhalb Bingen der Rhein nur ein sehr geringes Gefälle besitzt und bei hohem Wasser noch heute die Erscheinung einer grossen Seefläche bietet, beginnt bei Bingen plötzlich ein starkes Gefälle. Vom hydrographischen Standpunkte aus pflegt man den Rhein oberhalb Bingen bis Basel hinauf getrennt für sich als ein Ganzes zu betrachten derart, dass bei Bingen die Mündung des Oberrheins liegt. Die unterhalb Bingen gelegene Stromstrecke des Rheins, die dementsprechend in Baden und Elsass als Niederrhein bezeichnet wird, bildet in gleicher Weise bis zur Mündung ins Meer einen zweiten selbständigen Stromabschnitt. In der That nimmt das Gefälle des Rheins von Bingen stromab im Durchschnitt allmählich ab. Diese allmähliche Abnahme hindert aber nicht, dass im einzelnen sich recht bedeutende Unregelmässigkeiten geltend machen, dass Strecken stärkeren und schwächeren Gefälles mit einander abwechseln. Das nebenstehend wiedergegebene Längengefälle der Stromstrecke von Bingen bis St. Goar (Abb. 40) enthält neben dem Hochwasserspiegel und einer Reihe von correspondirenden Wasserständen besonders die bei + 2,90 m, + 1,84 m und + 1,02 m Cölner Pegel in den Jahren 1896 und 1897 aufgenommenen Spiegelnivellements. Aus demselben geht hervor, wie der Rhein im Binger Loch, im wilden Gefähr, am Geyer Grund und vielen anderen Stellen besonders bei Niedrigwasser vollständig cascadenartig zu Thal stürzt. Im Binger Loch beträgt bei + 1,50 m am Pegel zu Bingen das Gefälle nach besonderen Ermittelungen:

auf 17 m Länge 1 : 122,
„ 50 „ „ 1 : 220,
„ 100 „ „ 1 : 380.

Erst auf 300 m Länge ist das Gefälle 1 : 600 vorhanden. Bei + 2,50 m am Binger Pegel beträgt das Gefälle im Binger Loch noch auf 50 m Länge 1 : 420.

Die Strömungsgeschwindigkeit, die bei + 2,50 bis + 2,90 m Binger Pegel im Binger Loch herrscht, geht bis zu 3 m, ist also nicht grösser, wie sie zwischen Bingen und St. Goar auch sonst vorkommt. In nachstehendem Geschwindigkeitsplane (Abb. 41) sind die Linien gleicher

Geschwindigkeit für die Stromstrecke am Binger Loch eingetragen. Es ist ersichtlich, wie die Form der felsigen Sohle bestimmend auf die Gestaltung des Längengefälles und die Grösse der Oberflächengeschwindigkeiten einwirkte.

Eine Reihe von Felsen, die bei niedrigen Wasserständen frei zu Tage treten, spaltete den Stromlauf bei Bingen in eine Menge von Armen. An einer unzählbaren Menge von Felskuppen und Felsriffen, die unter Wasser lagen, brandete der Strom in mächtigen Wirbeln und Wellen. Die Schiffahrt war eine äusserst schwierige und gefahrvolle, da selbst im Fahrwasser sich Strudel an Strudel reihte. Die technische Befahrungscommission vom Jahre 1849 machte in ihrem Protokoll vom 27. April 1849 zwischen Bingen und St. Goar 44 verschiedene Felspartien namhaft, die in der Nähe des Fahrwassers lagen und über die damals erstrebte Sohle von Null am Binger Pegel hervorragten. Durch fortgesetzte Peilungen und Untersuchungen hat diese Zahl im Laufe der Zeit sich weiter vermehrt, so dass die Pläne vom Jahre 1876 bereits 85 Felsgruppen enthalten. Die meisten Felsen führen im Volksmunde bestimmte Namen. Für die Schiffahrt waren vor dem Jahre 1880 ausser den im Binger Loch selbst liegenden Lochsteinen am gefährlichsten die Schlosssteine (km 31,1), der Kettenstein (km 33,1), die Winken (km 39,5 bis 40,5), der Altarstein (km 41,5), das wilde Gefähr-Riff (km 42,6), die Feuerpfanne (km 48,8), die Glasleyen (km 49,1), die Häringsnase (km 50,1).

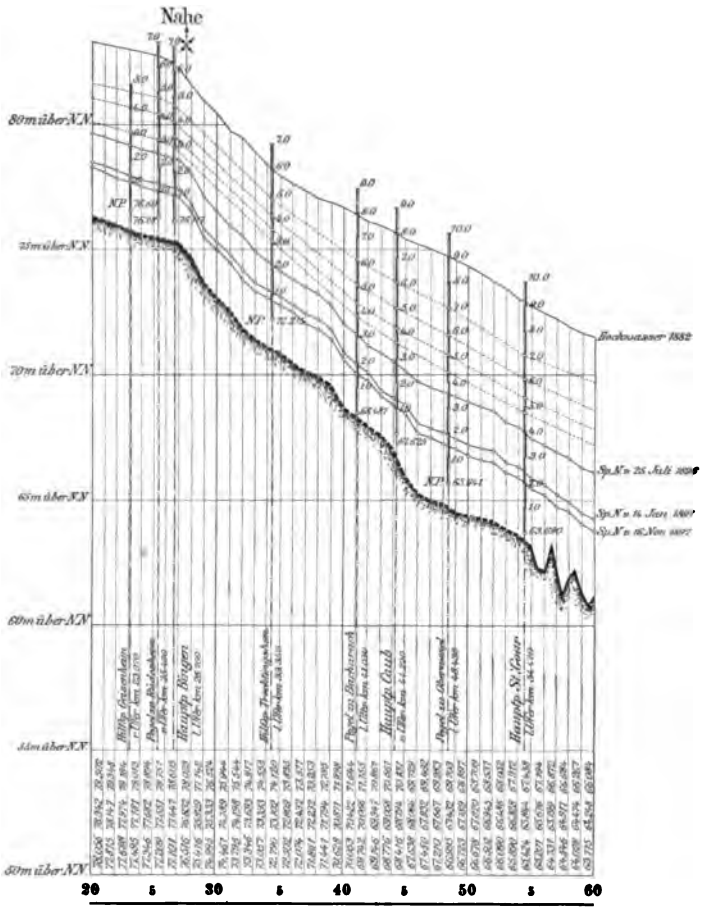


Abb. 40. Längenprofil von Bingen bis St. Goar (mit der seit 1880 erstrebten Normalsohle).

1. Von 1851 bis 1879. Der Fortgang der von 1851 bis 1879 ausgeführten Felsensprengarbeiten erhellt am besten aus den einzelnen Revisionsnachweisungen, deren Angaben in umstehender Tabelle zusammengestellt worden sind.

Je nach den herrschenden Wasserstandsverhältnissen und je nach der Härte des Gesteins schwankt die Gesammtleistung in den einzelnen Jahren zwischen ziemlich weiten Grenzen. Hochwasserjahre wie 1876 u. a. beschränkten die Arbeitszeit auf eine geringe Dauer, Felsgruppen von der Festigkeit des „Reihers", der fast ganz aus härtestem Kieselschiefer bestand, erforderten Jahre hindurch die mühsamsten Arbeiten.

Es liess sich ferner auch nicht umgehen, dass einzelne Felsgruppen wiederholt in Angriff genommen werden mussten, sei es, dass bei der ersten Sprengung nicht die beabsichtigte Wassertiefe überall voll erreicht wurde und einzelne hinderliche Spitzen und Rippen stehen

Tabelle 1.

Sprengung und Beseitigung der Felsen im Fahrwasser des Rheins von Bingen bis St. Goar von 1851 bis 1879.

Jahr der Ausführung	Kostenanschlag Nr.	Oertliche Lage der gesprengten Felsen	Hülfsmaschinen: Handbohrapparate	Hülfsmaschinen: Dampfbohrapparate	Hülfsmaschinen: Taucherschlichte	Gebohrte Löcher: Zahl	Gebohrte Löcher: Tiefe m	Unter Wasser gesprengte und abgeräumte Felsen cbm	Ausführungskosten ℳ	Ausführungskosten ₰	Bemerkungen
1851—1854	42	4 Felsen bei Bacharach	1	—	—	—	—	105	27 803	10	Die Grösse der Bohrarbeit ist unbekannt.
1855—1858	131	auf 17 Felsgruppen .	1	—	—	—	—	385	35 888	68	
1858u.1859	159	„ 10 „	2	—	—	—	—	190	19 248	01	
1859u.1860	177	„ 5 „	3	—	—	266	259	48	17 973	59	
1859u.1860	178	bei St. Goar u. in Mosel	—	—	1	—	—	117	8 999	72	Versuchsarbeiten.
1860	213	bei Bingen	—	1	—	25	12	—	4 591	78	
1861/2	214	im Niederloch und II. Fahrwasser . .	3	—	—	641	590	262	43 933	61	
1863	240	33 Felsen im Niederloch u. wilden Gefähr	3	1	3	698	844	244	57 897	13	
1864	249	auf 26 Felsgruppen .	2	1	3	1232	1655	392	51 572	20	Sprengversuche mit Nitroglycerin.
1865	264	„ 23 „	2	1	3	1446	2375	544	69 336	21	
1866	278	„ 21 „	2	1	3	1452	2387	566	60 219	52	
1867	292	Kreuzley, Bacharach u. a.	2	1	3	179	225	867	48 765	82	
1868	306	Kreuzley u. bei Caub	1	1	3	1931	3278	1954	65 652	82	Sprengversuche mit Dynamit.
1869	321	desgl.	1	1	3	1398	2862	1974	52 472	04	
1870	331	Wildes Gefähr, Caub und Glasley . . .	1	1	3	1303	2107	2533	56 978	09	
1871	344	Cauber Wasser und rothe Mauer . . .	1	1	3	1427	2194	2624	65 621	14	
1872	360	Cauber Wasser und Reiher	1	1	3	1497	2225	2981	80 417	17	
1873	372	Reiher, wildes Gefähr u. a.	1	1	4	1907	2557	3819	99 903	44	Preis je cbm 24,7 ℳ.
1874	381	Reiher, rothe Mauer u. a.	1	1	4	2508	3480	3622	122 223	47	„ „ „ 33,8 „
1875	392	desgl.	1	1	4	1072	1536	2422	94 142	13	„ „ „ 38,9 „
1876	400	desgl.	1	1	4	1361	2181	2163	94 690	46	„ „ „ 34,0 „
1877	400	desgl.	1	1	4	1329	1933	2230	54 761	24	„ „ „ 34,0 „
1878	414	desgl.	1	1	4	529	789	1371	51 644	88	„ „ „ 30,0 „
1879	418	Rothe Mauer, Oberwesel u. a. . . .	1	1	4	1176	1682	1956	67 825	96	„ „ „ 35,1 „
		Summa				23367	35171	33369	1 352 562	21	

blieben, sei es, dass sich eine locale Senkung des Wasserspiegels vollzog, derart, dass nach Absprengung eines Felsens bis zu einer bestimmten Höhe doch die berechnete Fahrtiefe auf dem Felsen sich nicht einstellte. Im allgemeinen wurde zwar von vornherein auf diese localen Senkungen Rücksicht genommen und vielfach bis auf 30 cm über das aus den Wasserständen hergeleitete Maass hinaus der Felsen beseitigt, aber bei den schwer übersehbaren Grundlagen war eine derartige Vorausberechnung sehr schwierig und der Erfolg entsprach nicht immer den gehegten Erwartungen. Wesentlicher Art sind diese Senkungen indessen nicht und eingehende Untersuchungen haben gezeigt, dass sie auch durch die weit umfassenderen Sprengungen nach dem Jahre 1879 lediglich localer Natur geblieben sind. Ihre Ausdehnung erstreckt sich höchstens auf wenige Hundert Meter, ihr Höchstmaass geht über 30 cm nicht hinaus.

Am oberen Endpunkte bei Bingen war die Lage in dieser Hinsicht am gefährlichsten, da eine Senkung des Wasserspiegels möglicherweise für die Fahrtiefen im Rheingau oberhalb Bingen hätte verhängnissvoll werden können. Auf diesem Umstande beruht die Vorsicht, mit der stets bei Erweiterung des Binger Lochs und bei Herstellung des zweiten Fahrwassers vorgegangen ist. Die Aufräumung des Binger Lochs, die in den Jahren 1830/32 und 1839/41 ausgeführt war, hatte bereits derartige Befürchtungen hervor-

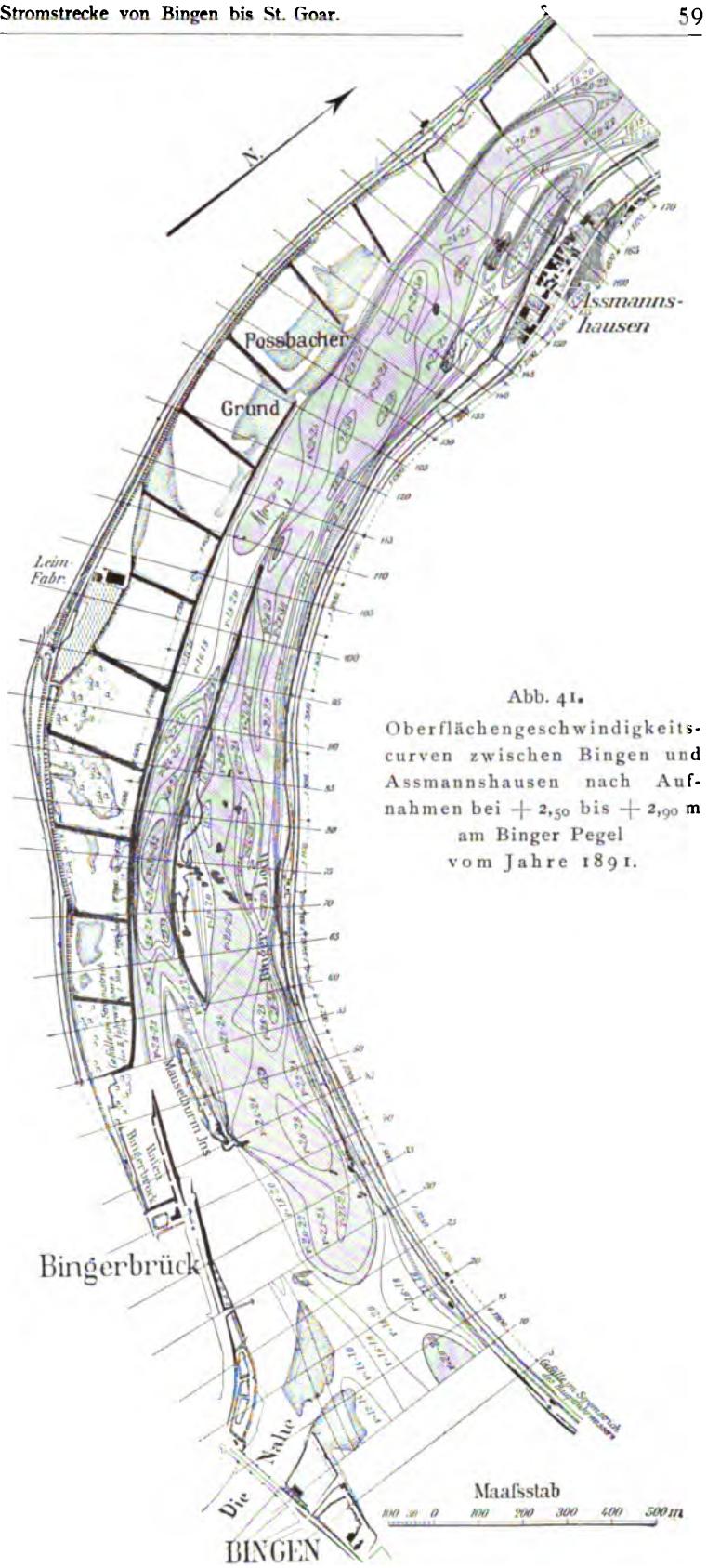


Abb. 41.
Oberflächengeschwindigkeitscurven zwischen Bingen und Assmannshausen nach Aufnahmen bei + 2,50 bis + 2,90 m am Binger Pegel vom Jahre 1891.

gerufen. „Es bleibt nichts anderes übrig", heisst es im Kostenanschlage der Felsensprengungen vom 19. Juni 1851, „als sofern es möglich ist durch Beschränkung des wasserhaltenden Profils bei und gleich unterhalb dieser Stellen den Wasserspiegel bei kleinem Wasserstande künstlich zu heben." Diesem Gedanken entsprach die im Jahre 1851 ausgeführte Regulirung des linken Rheinufers von der Nahemündung bis Trechtlingshausen mittels sieben Buhnen. Es sind dies die ersten Regulirungswerke, die am Binger Loch erbaut sind. Ihnen folgten im Jahre 1855 die Werke, mittels derer der Posbacher Grund und der Wolfstein kurz unterhalb des Binger Lochs an das linke Ufer angeschlossen wurden. Mit dem Bau der Rhein-Nahebahn und des Hafens bei Bingerbrück beginnt

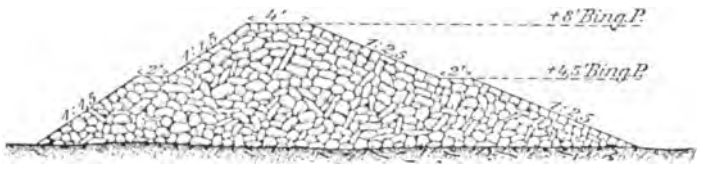


Abb. 42. Querschnitt der Buhnen Nr. VIII bis XXIII am linken Ufer bei Bingerbrück vom Jahre 1860.

dann eine Reihe von Bauausführungen, die unterm 21. Februar 1858 im ganzen auf 600 000 Mark veranschlagt waren. Die Strombauverwaltung übernahm von diesen Arbeiten die zu 195 000 Mark veranschlagte Herstellung des zweiten Fahrwassers. Im Jahre 1860 wurden zunächst die Buhnen VIII bis XXIII am linken Ufer vom Hafen abwärts bis zum Wolfstein erbaut (150 447,56 Mark), vergl. Abb. 54, wobei die Buhnen obenstehenden Querschnitt erhielten (Abb. 42). Zugleich wurden die Felsensprengungen zur Herstellung der Fahrtiefe in Angriff genommen. Die meisten Schwierigkeiten bereitete dabei anfangs die Beseitigung eines alten, anscheinend künstlich geschütteten Steindamms zwischen der Mäusethurminsel und dem linken Rheinufer. Das neue Fahrwasser erhielt

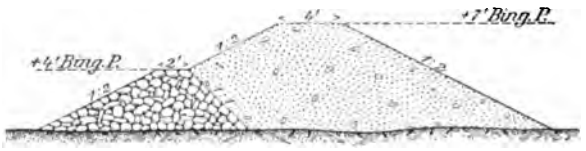


Abb. 43. Querschnitt des Parallelwerks von Buhne Nr. X bis XII vor Bingerbrück vom Jahre 1864.

eine Breite von 25 Ruthen (94 m). Im Jahre 1864 wurden, um die schädlichen Seitenströmungen abzulenken, die sich vom Binger Loch her geltend machten, die Köpfe der Buhnen X bis XII durch ein Parallelwerk (vergl. Abb. 43) mit einander verbunden (9599 Mark). Dieses Parallelwerk wurde im nächstfolgenden Jahre aus dem bei Durchbaggerung der von der Mäusethurminsel zum Kreuzbacher Grund sich erstreckenden Kiesbank nach oben bis zur Hafenmündung verlängert, wobei die Krone des Parallelwerks auf + 12' Binger Pegel gelegt wurde (25 790,30 Mark). Im Jahre 1867 wurde auch das rechtsseitige Ufer des zweiten Fahrwassers durch ein mit der Krone auf + 8' Binger Pegel gelegtes Parallelwerk festgelegt, zunächst oberhalb des hohen Lochsteins und des Hardsteins, dann unterhalb bis gegenüber Buhne 14 (35 086,20 Mark). Von 1871 bis 1873 ist das Parallelwerk am linken Ufer bis zum Possbacher Grund bezw. Buhne XVI verlängert worden (51 741,13 Mark). Die Hochwasser von 1873 und 1876 hatten an den alten

Buhnen mehrfache Beschädigungen angerichtet, so dass zur stärkeren Deckung derselben besondere Arbeiten erforderlich wurden (45 850,09 Mark), vergl. Abb. 41 und 54.

Der Erfolg dieser Arbeiten war anfangs nur gering. Bis Ende der sechziger Jahre nahm die Schiffahrt zum Bingerbrücker Hafen ihren Weg durch das Binger Loch und über Bingen, nicht durch das zweite Fahrwasser. Einerseits herrschte während der Dauer der Felsensprengungen auf Seiten der Schiffahrt ein gewisses Bedenken, ob wirklich alle Felsen beseitigt seien und

Abb. 44. Der Mäusethurm bei Bingen, im Jahre 1855 als Wahrschaustation ausgebaut.

waren die Lootsen nicht grade bestrebt, diese Bedenken zu zerstreuen, andererseits war ein vollständiger Gefällausgleich im zweiten Fahrwasser nicht erreicht und die Strömung war in grosser Längenausdehnung nahezu ebenso gross wie im Binger Loch. Besonders der letzte Umstand ist die Ursache, dass bis heutigen Tages die Bergfahrt lieber das Binger Loch benutzt als das zweite Fahrwasser, obwohl früher für die Bergfahrt hier bis zu 40 Pferden Vorspann an der Treidelleine genommen werden musste. Schwächere Schleppdampfer nehmen auch heute noch vereinzelt derartige Hülfe in Anspruch. Bei einem aus mehreren Kähnen bestehenden Schleppzuge ist im Binger Loch immer nur ein Schiff der vollen Strömung ausgesetzt, während die übrigen Schiffe entweder oberhalb oder unterhalb desselben sich mehr im Stau des Riffs befinden. Im zweiten Fahrwasser, wo überdies das Treideln weit schwieriger ist, sind dagegen alle Schiffe gleichzeitig

der starken Strömung ausgesetzt, so dass die Bergfahrt sehr schwierig ist. Das zweite Fahrwasser wird daher meistens nur für die Thalfahrt benutzt. Dies ist um so eher angängig, als nach der weiteren Vertiefung des Binger Lochs auf 80 cm unter Binger Pegelnull im zweiten Fahrwasser 50 cm weniger Fahrtiefe vorhanden sind und daher den meist leer zu Thal gehenden Schiffen sich keine Gefahr bietet.

Der Umstand, dass das Binger Loch in starker Stromkrümmung gelegen ist und der hohen Ufer wegen der Schiffahrt eine volle Uebersicht über den Stromlauf nicht möglich ist, hat schon früh Anlass gegeben, im alten Mäusethurm beim Binger Loch eine Signalstation einzurichten, die den Schiffer von etwaigen Begegnungen in Kenntniss setzt. Für eine derartige „Wahrschau" wurde der Mäusethurm im Jahre 1855 unter Aufwendung von 10474,70 Mark eingerichtet und ausgebaut (auf Grund von Skizzen König Friedrich Wilhelms IV.), vergl. Abb. 44.

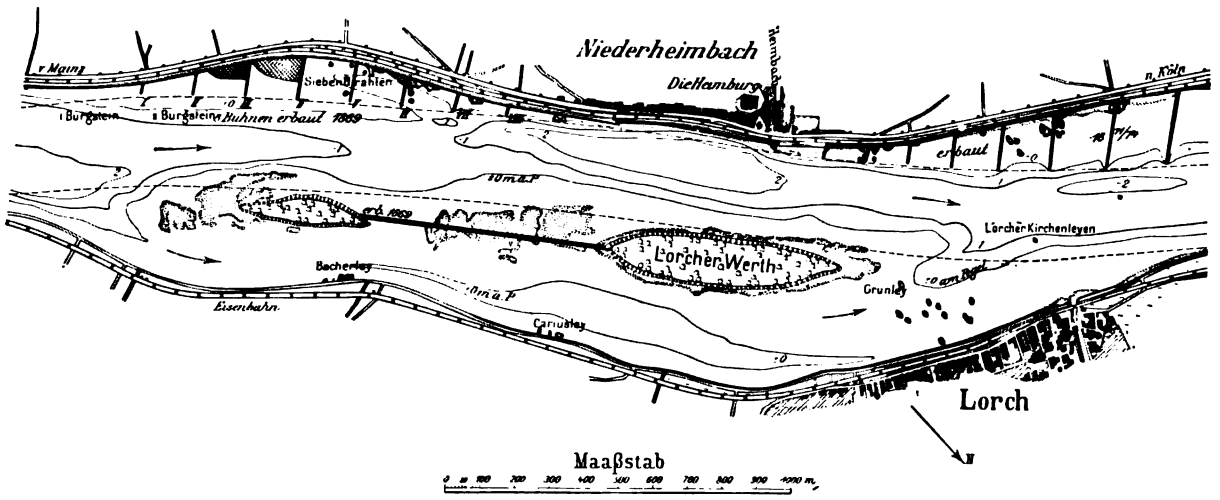


Abb. 45. Die Stromstrecke bei Lorch im Jahre 1874, mit Tiefenlinien von 1860.

Zwischen Trechtinghausen und der Burg Sooneck waren im Jahre 1855 die „Rödelsteine" und „unteren Hörner" an das linke Ufer angeschlossen. Im Jahre 1868 wurde hier der Ausbau des linken Ufers mittels sieben Buhnen vervollständigt (23 991,52 Mark), da die beiden Uferanschlüsse keine ausreichende Stromführung herbeigeführt hatten.

Die zwischen Sooneck und Niederheimbach gelegene Bucht in den „Siebendrähten" wurde zur Verringerung der übermässig grossen Strombreite im Jahre 1869 mittels acht Buhnen ausgebaut (34 799,60 Mark), während gleichzeitig die beiden Lorcher Werthe durch ein Parallelwerk mit einander verbunden wurden (17 098,02 Mark), vergl. Abb. 45. Die vom Hochwasser 1876 hervorgerufenen Beschädigungen mussten aus ausserordentlichen Fonds bestritten werden (4998,15 Mark).

Unterhalb Niederheimbach hatte man 1854 versucht bis Rheindiebach hin das Ufer mit kurzen und niedrigen Steinbuhnen auszubauen (11 971,31 Mark) und im Jahre 1860 den Lorchhauser Grund mit niedrigen Werken ans Ufer anzuschliessen (76 500,11 Mark), in der Hoffnung, dass der Strom dann auf der übermässig breiten Strecke von Lorch bis Lorchhausen hin das Fahrwasser vertiefen oder doch von Versandung frei halten würde. Da diese Erwartung indess nicht voll in Erfüllung ging, musste in den Jahren 1871 bis 1874 das linke Ufer von

Niederheimbach bis Bacharach hin weiter vorgeschoben und eine Erhöhung der 19 Werke vorgenommen werden (70 490,97 Mark). Bei Bacharach schloss sich die neue Uferlinie an das in

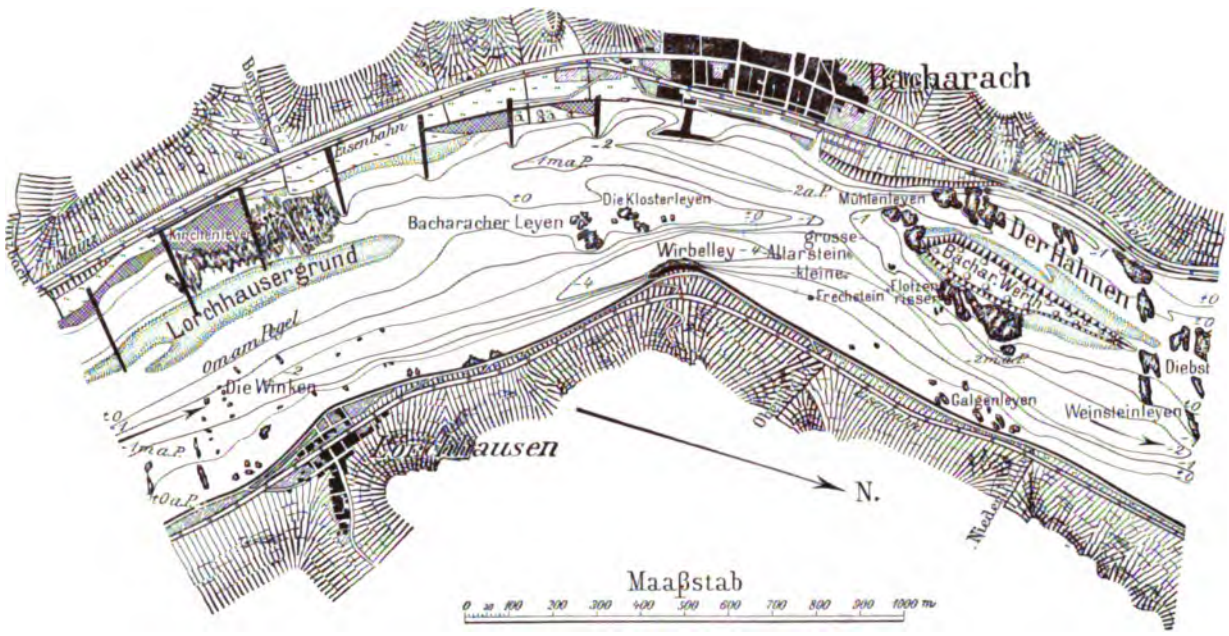


Abb. 46. Die Stromstrecke bei Bacharach im Jahre 1874, mit Tiefenlinien von 1860.

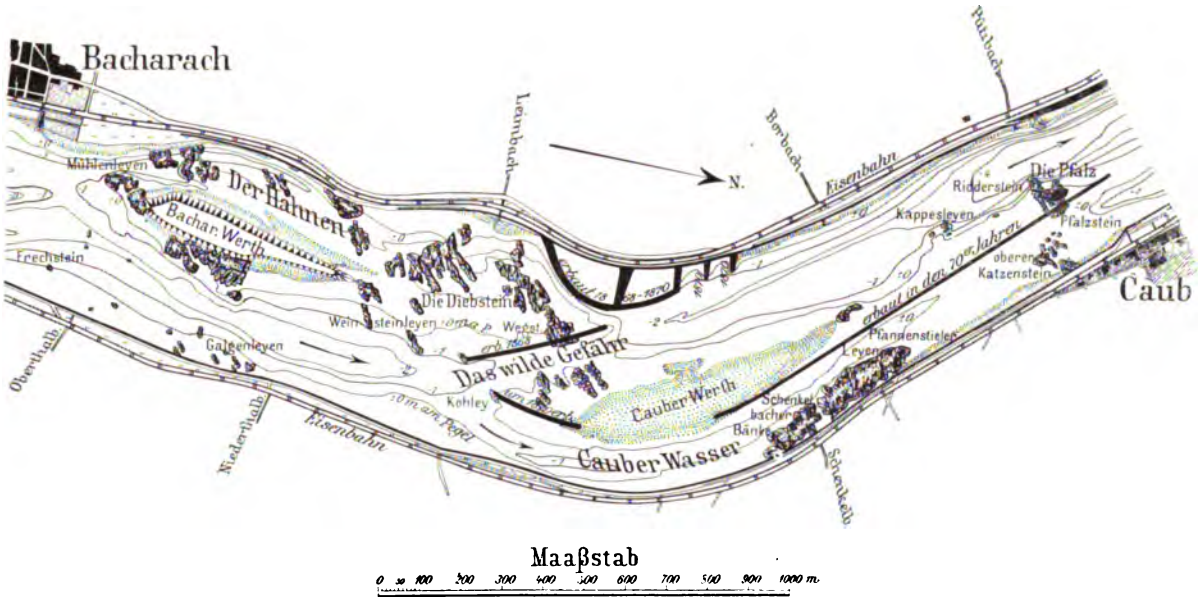


Abb. 47. Das wilde Gefähr zwischen Bacharach und Caub im Jahre 1874, mit Tiefenlinien von 1860.

den Jahren 1856 bis 1858 erbaute kurze Parallelwerk an, das als Flügel einer in den Strom vortretenden Buhne vorgelegt war (6300 Mark), vergl. Abb. 45 und 46.

Im wilden Gefähr zwischen Bacharach und Caub (Abb. 47) bestanden die ersten Arbeiten in der Herstellung einer Fahrrinne durch Sprengung der „Weinsteinbrau“ und der hinderlichen Theile des „Wegstein“. Als diese Arbeiten wesentlich gefördert waren, wurde im Jahre 1868 mit der Herstellung eines Parallelwerks begonnen, das den „Wegstein“ und den „Weinstein“ auf der linken Seite des wilden Gefährs mit einander verband (11 099,68 Mark). Um das Unterwasser des wilden Gefährs zu heben, wurde bis 1870 die Mündung des durch den Hahnen gehenden Stromarmes durch zwei Buhnen und ein mit zwei Traversen ans Ufer angeschlossenes Deckwerk stromaufwärts verlegt (58 797,67 Mark). Mit Fortsetzung der Sprengungen im Cauber Wasser ergab sich die Nothwendigkeit für den Ausbau des Cauber Wassers bis zur Pfalz.

Für die Strecke zwischen der Loreley und St. Goar waren schon 1850 umfassende Entwürfe aufgestellt worden. Die scharfen Stromwindungen an der Loreley und an der Bank, verbunden mit einer plötzlichen Erweiterung der Strombreite unterhalb der Stromenge an der

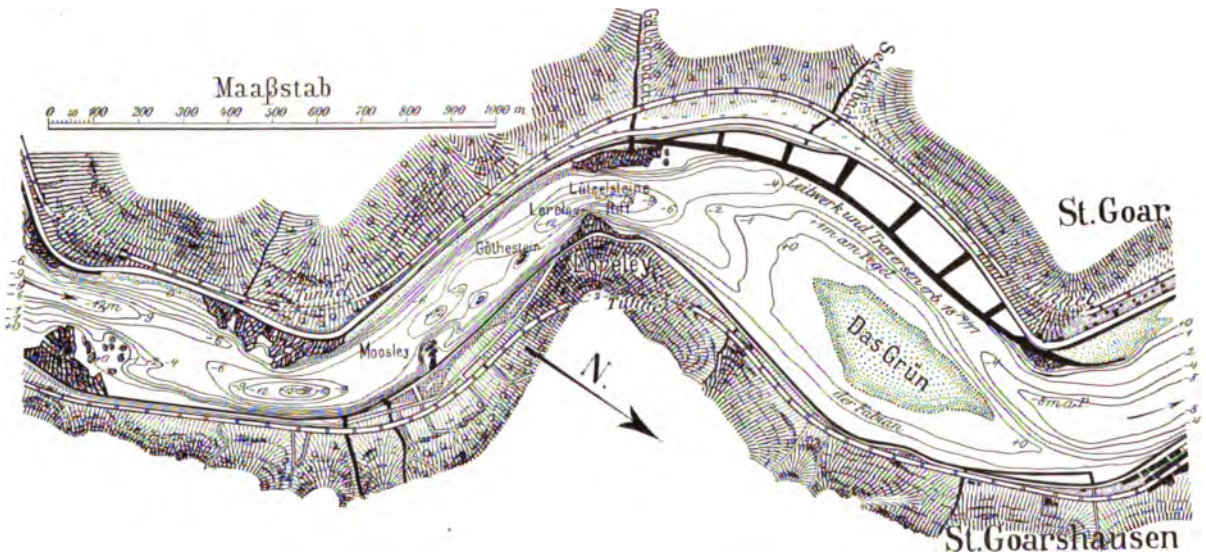


Abb. 48. Die Stromstrecke an der Loreley im Jahre 1878.

Loreley hatte zur Bildung einer ausgedehnten Kiesbank, die das „Grün“ genannt wurde, geführt. Bei Niedrigwasser bestand hier eine vollständige Stromspaltung. So übermässig die Tiefe an der Loreley selbst war, so gering war dieselbe unmittelbar unterhalb. Nach jahrelangen Erwägungen entschloss man sich im Jahre 1874 zunächst dazu, die Stromspaltung an der Loreley nicht zu beseitigen, sondern beide Stromarme am „Grün“ zu erhalten und zu reguliren. Zu dem Zwecke wurde das linke Ufer von den Lützelsteinen bis zur Bank um ein beträchtliches Stück in den Strom vorgeschoben. Ein auf + 4,40 m am Pegel liegendes und als Leinpfad nutzbares Leitwerk, das mittels ansteigender Traversen an das linke Ufer angeschlossen wurde, sollte dem Strome eine angemessene Führung geben und auf Erhaltung der Fahrtiefe im linken Stromarme hinwirken, nachdem eine schmale Schiffahrtsrinne durch das Grün hindurch gebaggert war. Diese Arbeiten gelangten bis zum Jahre 1877 (unter Aufwendung von 236 307,37 Mark) zur Ausführung. Der neugeschaffene Fahrweg war für die Thalschiffahrt bestimmt. Für die Bergschiffahrt wurde der sich am rechten Ufer entlang ziehende Stromarm, der „Fabian“, im Jahre 1877 zur Gewinnung einer 30 m breiten Fahrrinne ausgebaggert. Aus den gewonnenen Bodenmassen wurde das Deckwerk am rechten Ufer oberhalb St. Goarshausen geschüttet (30 659,58 Mark).

Auf der unmittelbar anschliessenden Stromstrecke von der „Bank“ bis St. Goar war bereits 20 Jahre früher, im Jahre 1857, begonnen worden, dem Strome eine gestrecktere Bahn zu geben. Unter der Einwirkung der Geröllmassen, die der Hasenbach bei St. Goarshausen vom rechten Ufer vorschiebt, hatte der Strom sich in die unmittelbar unterhalb St. Goar liegende Uferbucht tief eingeschnitten und bedenkliche Krümmungen angenommen. Um der fortschreitenden Verlandung des rechten Ufers Grenzen zu setzen, wurde 1857 hier der Anfang gemacht, durch eine auf + 22′ am Pegel liegende Traverse und ein auf + 10′ am Pegel angeordnetes, zunächst 30 Ruthen (113 m) langes Parallelwerk dem Strome eine bessere Führung, der Schifffahrt einen geschützten Liegeplatz zu geben (32 990,21 Mark). Einen solchen Liegeplatz forderte die Rücksicht auf die Eisverhältnisse hier besonders dringend, da die an der Loreley sich bildenden Eisversetzungen erfahrungsgemäss immer erst sich zu lösen pflegten, wenn unterhalb derselben bis Emmerich hin schon Wochen lang der Strom eisfrei und die Schiffahrt in vollem Gange war. Die steilen Felswände an der Loreley beeinträchtigten die Wirkung der Sonne hier derart, dass diese Eiszusammenschiebungen sich nur langsam lockerten. Die Bucht von St. Goar war daher schon von Alters her ein häufig aufgesuchter Liegeplatz für die Schiffahrt und war erst im Jahre 1848 (unter Aufwendung von 27 000 Mark) aufgeräumt worden. In den Jahren

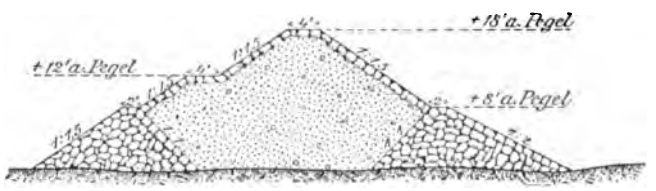


Abb. 49. Querschnitt des Parallelwerks am Hafen von St. Goar (erbaut 1858 bis 1862).

1858, 1859, 1860 und 1862 ist das Parallelwerk dann wiederholt verlängert und die Hafenfläche vergrössert worden (124 497,90 Mark). Oberhalb des Hafenquerdammes wurden dabei noch zwei Buhnen vorgelegt, um den starken Stromanfall vor St. Goar zu mildern. Das Strombett selbst wurde zur Vertheilung des sich anfangs hier stark concentrirenden Gefälles erweitert. Der Grindelbach, der am Hafenmund in den Rhein strömt, wurde durch ein besonderes Leitwerk bis zum Rhein hin abgegrenzt. In diesem Zustande blieb der Liegeplatz bis zum Jahre 1877. Verschiedentlich war eine Versandung des Hafens und der Hafenmündung eingetreten. Hohe Wasserstände, die das Parallelwerk überströmten, hatten diese Versandungen aber wieder beseitigt. Nur vereinzelt waren künstliche Baggerungen geboten gewesen. Je mehr indessen die Ansprüche an Fahrtiefe zunahmen, desto mehr zeigte sich eine Vertiefung der Hafensohle geboten. Dies war indess nicht leicht, da im oberen Theile des Hafens und am Parallelwerke entlang grosse Massen von Felsen zu beseitigen waren. Nach langen Erwägungen und vergleichenden Vorberechnungen wurde 1877 beschlossen, den oberen Theil des Hafens in etwa 250 m Länge aufzugeben und nur die untere rund 350 m lange Hafenfläche zu erhalten. Der obere Theil wurde mit den aus der Vertiefung gewonnenen Massen aufgehöht. Der obere Abschluss wurde auf + 8 bis + 7,50 m am Pegel abfallend, das Parallelwerk auf + 7,30 m am Pegel gelegt (157 911,03 Mark), vergl. Abb. 54.

War durch all diese Arbeiten der Strom nun auch mehr und mehr von der tiefen Bucht bei St. Goar abgelenkt, so war doch nicht erreicht worden, dass er am rechten Ufer die alten

Verlandungen vollständig beseitigt und vor den Ufermauern von St. Goarshausen, die in den vierziger Jahren von der Nassauischen Regierung angelegt waren, ausreichende Tiefe zum Anlegen von Fahrzeugen erzeugt hätte. Um der Stadt St. Goarshausen die Verbindung mit dem Rhein zu erhalten, wurde im Jahre 1873 auch am rechten Ufer eine in den Strom vorspringende Mole in Höhe von + 4,50 m am Pegel erbaut, in dessen Schutze stromabwärts ein kleiner Liegeplatz für Schiffe gewonnen wurde (18 298,72 Mark), vergl. Abb. 50.

Die sonstigen Arbeiten, die zwischen Bingen und St. Goar vor dem Jahre 1880 ausgeführt wurden, beschränkten sich auf den Ausbau der Leinpfade, wobei am linken Ufer die Anlage eines Leinpfades zwischen Trechtlingshausen und Niederheimbach im Jahre 1851 (7318,38 Mark), der Ausbau eines Sommerleinpfades von der Clemenskirche bis Trechtlings-

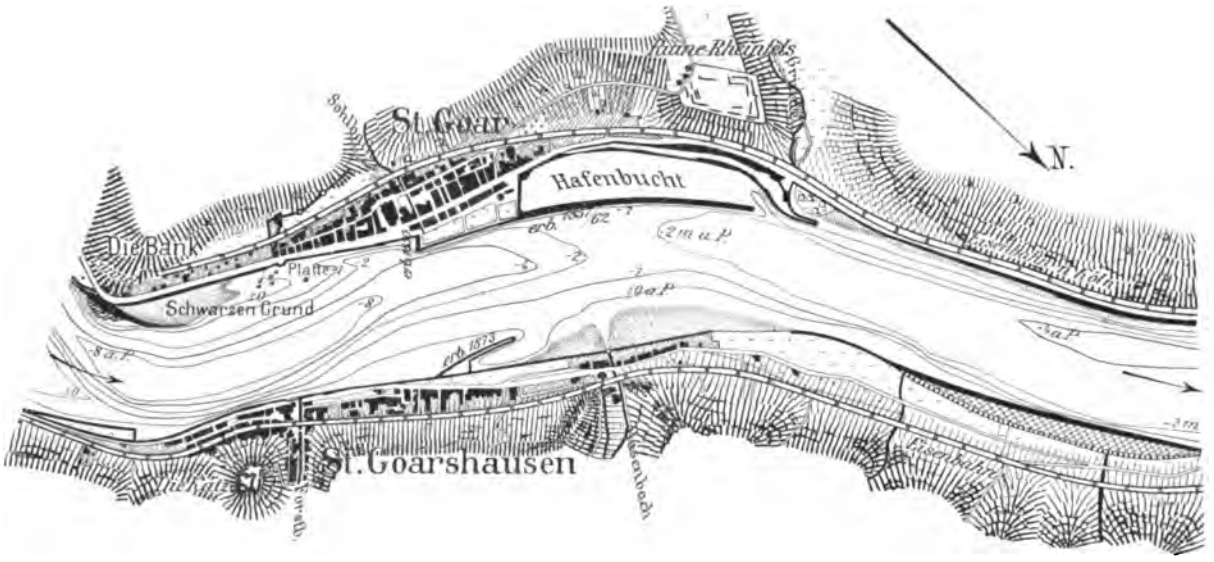


Abb. 50. Die Stromstrecke bei St. Goar im Jahre 1874.

hausen im Jahre 1853 (11 563,19 Mark) und oberhalb Oberwesel im Jahre 1852 (8979,86 Mark), sowie die Instandsetzung des Leinpfades im Entenpful oberhalb St. Goar im Jahre 1852 (2242,40 Mark) zu nennen sind.

Am rechten Ufer hat die Nassauische Regierung vor 1866 eine Reihe von Uferdeckungen ausgeführt, die den Zweck hatten, einen auf etwa + 4 m Binger Pegel gelegenen Leinpfad herzustellen. Regulirungsbauten sind sonst am rechten Ufer vor 1880 nicht ausgeführt worden.

2. Von 1880 bis 1900. Als der Strombauverwaltung im Jahre 1880 reichlichere Geldmittel zur Verfügung gestellt wurden, kam neben der Förderung der Felsensprengungen zunächst besonders der weitere Ausbau des Leinpfades am rechten Ufer in Betracht. Ein schon im Jahre 1880 aufgestellter Entwurf zur Erhöhung des Leinpfades vor Assmannshausen in Verbindung mit dem Ausbau der Uferbucht kam zwar nicht zur Ausführung, da der Leinpfad gleichzeitig auch öffentlicher Communicationsweg war und von den betheiligten Gemeinden der strassenmässige Ausbau geplant wurde. Die hierfür unzureichende Höhenlage des Leinpfades, die abgesehen von einer rund 1400 m langen hochwasserfreien Strecke im allgemeinen zwischen dem

Binger Loch und Lorchhausen nur + 4 m am Binger Pegel betrug, ist dann von der Strombauverwaltung von 1882 bis 1884 auf + 5,20 m Binger Pegel gebracht worden. Der weitere Ausbau auf + 6 m Binger Pegel sollte den betheiligten Gemeinden überlassen werden. Die Anschüttungen wurden zum Theil mit Baggerkies, der am Possbacher Grund gewonnen wurde, zum Theil mit Steinschutt aus dem Lorcher Bergrutsch hergestellt. Die geringste Kronenbreite wurde auf 6,30 m bemessen. An den dem Stromangriff besonders ausgesetzten Stellen wurde das Ufer mit Futtermauern, im übrigen durch Mauerwerk oder Pflaster in 0,60 m mittlerer Stärke bei $^3/_4$ facher Aussenböschung ausgeführt. Die Krone wurde in 4 m Breite gepflastert. Die Kosten beliefen sich für die Strecke vom Binger Loch bis Assmannshausen auf 113832,20 Mark, von Assmannshausen bis Lorch auf 257054,80 Mark, von Lorch bis Lorchhausen auf 68335,19 Mark.

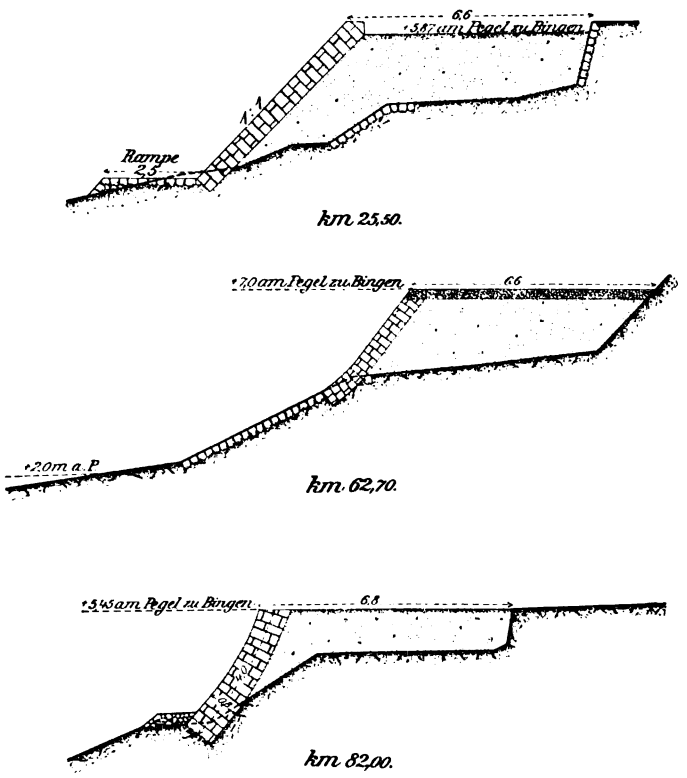


Abb. 51. Querschnitte der Uferbefestigungen vom Binger Loch bis Lorchhausen.

Ungefähr um dieselbe Zeit wurde am linken Ufer die Einfahrt zum Hafen von Bingerbrück verbreitert und bis auf — 0,50 m Binger Pegel vertieft, wobei einige Felssprengungen nothwendig wurden. Auf die Herstellung der normalen Tiefe von — 0,80 m Binger Pegel wurde verzichtet, da die Eisenbahnverwaltung als Besitzerin die Hafenfläche nur bis auf — 0,30 m Binger Pegel ausbaggern liess. Die Kosten betrugen 6595 Mark.

Umfassender sind die in den Jahren 1889 bis 1892 ausgeführten Stromregulirungen von der Loreley bis St. Goarshausen. Lange Erwägungen gingen diesen Bauten voraus, ob es zweckmässiger sei, die Stromspaltung an der Loreley beizubehalten und die Ufer des auf + 2,30 m am Pegel zu St. Goar liegenden „Grün“ inselförmig auszubauen, wie dies ein im Jahre 1876 aufgestellter Entwurf beabsichtigte, oder ob eine einheitliche Stromführung vorzuziehen sei. Der am rechten Ufer entlang gehende, zur Bergschiffahrt bestimmte Stromarm, der Fabian, unterlag andauernder Versandung. Bei Hochwasser verlandete derselbe oft in 2 m Höhe, während die Fahrrinne am linken Parallelwerke entlang, obwohl sie durch Hochwasser und Kratzmaschinen allmählich auf 60 m Breite gebracht war, doch für die Aufnahme der gesammten Schiffahrt zu schmal war. Mit Rücksicht auf das steigende Schutzbedürfniss der Schiffahrt im Winter wurde dann, da die Erweiterung des Hafens von St. Goar der vielen Felsen wegen als unthunlich aufgegeben werden musste, dem Bau eines 2 m über Hochwasser gelegenen 700 m langen Parallelwerks an der Loreley und Ausbildung der abgeschnittenen Uferbucht zum Sicherheitshafen für etwa 90 Schiffe der Vorzug gegeben. Die Durchführung einer gleichmässigen Strombreite bot

auch die Aussicht, dass dem Eisgange an der Loreley eine bessere Bahn bereitet wurde. Die Ausführung des Parallelwerks, die eine Baggerung von 105430 cbm Kies in sich schloss, erforderte 258462,60 Mark. Die Sohle des Hafens ist seit 1891 noch um 1,10 m tiefer gelegt als die Normaltiefe der Fahrrinne im Strome sein soll und liegt jetzt auf — 1,40 m St. Goarer Pegel. Bei Bildung von Eisversetzungen an der Loreley, bei denen eine aussergewöhnliche Senkung der Wasserstände unterhalb derselben als Folge der oberen Ansammlung der Wassermassen sich

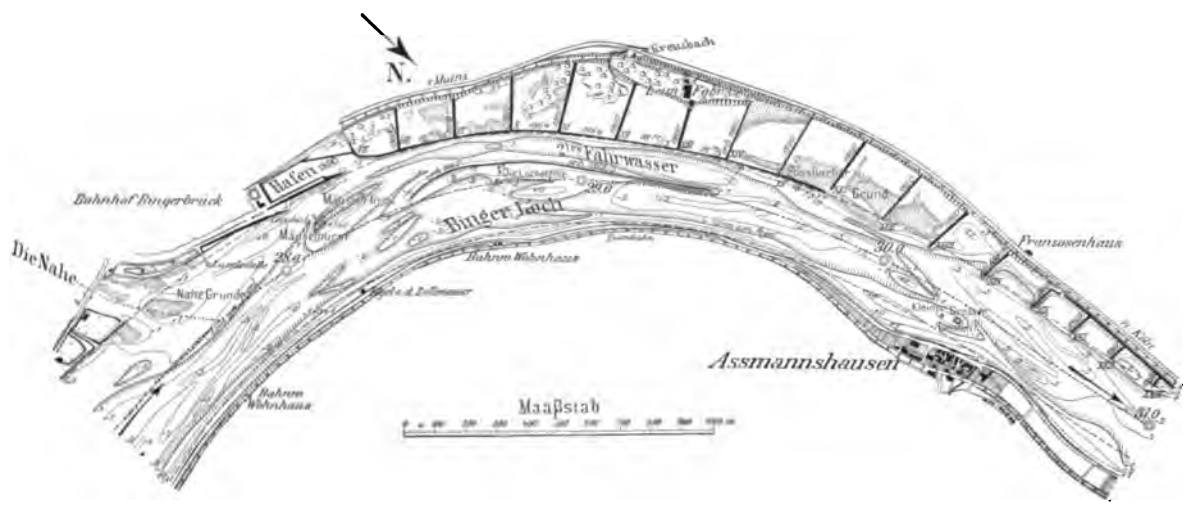


Abb. 52. Die Stromstrecke von Bingen bis Assmannshausen im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1881.

einzustellen pflegte, lag sonst Gefahr vor, dass die im Hafen liegenden Schiffe auf den Grund stossen und sich an dem harten Untergrund beschädigen würden. In der Hafenmündung und im Hafen selbst waren zu diesem Zwecke nicht unbeträchtliche Felsensprengungen und vor allen Dingen eine ebene Ausbildung der Hafensohle mittels Taucherschacht erforderlich.

Durch den Bau der beiden Parallelwerke an der Loreley und durch das Parallelwerk am Hafen von St. Goar war der Stromlauf des Rheins nun zwar festgelegt, aber das Geschiebe,

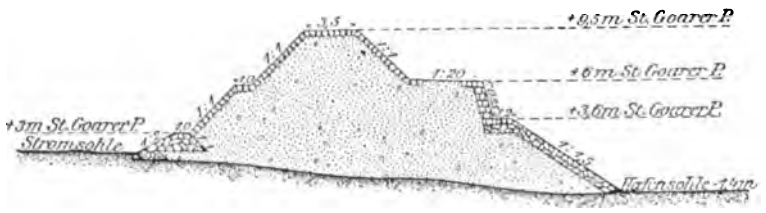


Abb. 53. Querschnitt des Hafendammes an der Loreley.

das in uralter Zeit sich auf den einzelnen Bänken, insbesondere auf dem Grün an der Loreley und auf dem Schwarzgrund bei St. Goar abgelagert hatte, war so schwer und festgelagert, dass es auch den bei hohem Wasser auftretenden starken Strömungen widerstand. Alle Versuche, dasselbe durch Kratzmaschinen in Bewegung zu bringen, waren unzureichend. Neben dem Grün und dem Schwarzgrund hatten sich sehr starke Gefällstrecken gebildet, so dass der Schiffahrt ernste Schwierigkeiten erwuchsen; die weit in den Strom vorspringende Felsgruppe der „Bank“ war äusserst hinderlich, besonders der Flösserei, und die bei St. Goarshausen hergestellte Lade-

rampe, die ebenfalls über die festgestellte Streichlinie hinaus in den Strom vortrat, trug noch zur Verschärfung der ungünstigen Ortsverhältnisse bei. In den Jahren 1891 und 1892 wurde daher die alte Kiesbank, das Grün genannt, in 840 m Länge und 70 m Breite bis auf rund 20 m Entfernung vom Hafendamm und bis zur Tiefe von 0,50 m am Pegel zu St. Goar, d. h. bis zu 26 cm über Normalsohle, abgebaggert. Auf dem Schwarzgrund, der am linken Ufer dicht oberhalb St. Goar liegt, wurde die Normalsohle bis zur Correctionslinie hergestellt. Ebenso wurde die Laderampe bei St. Goarshausen bis zur Correctionslinie abgebrochen. Es wurden im ganzen 212 569 cbm Kies gebaggert zum Einheitssatze von 0,80 bis 1,15 Mark und an der Bank 12976 cbm Felsen gesprengt und beseitigt. Die gewonnenen Bodenmassen wurden zur Verfüllung der Intervalle hinter dem linksseitigen Deckwerke zwischen den Lützelsteinen und der Bank, zur Verfüllung des oberen aufgegebenen Theils des Hafens von St. Goar, zur Ausfüllung der Buhnenintervalle vor St. Goar und zur Vorschiebung der Ufer vor der „Stadt Mannheim“ und vor dem „Rheinischen Hof“ in St. Goarshausen verwendet. Die Ausführungskosten betrugen 566595,86 Mark.

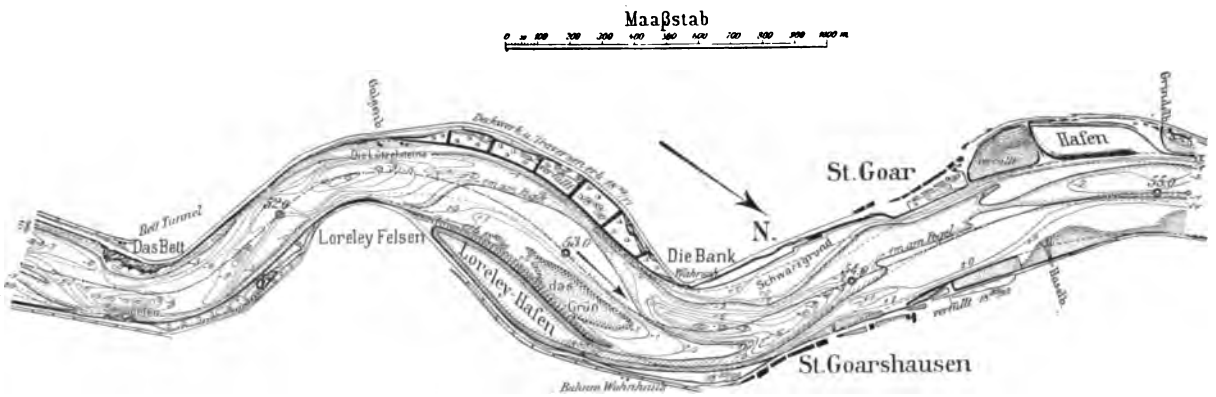


Abb. 54. Die Stromstrecke von der Loreley bis St. Goar, gegenwärtiger Zustand, mit Tiefenlinien von 1881.

Mit diesen Arbeiten ist hier ein vollständig befriedigender Zustand erreicht worden. Im Jahre 1894 wurden zwar im Schwarzgrund noch 8000 cbm gebaggert, jedoch hatten diese neben der Absicht, die An- und Abfahrt der Schiffe von der Landestelle bei St. Goar zu erleichtern, hauptsächlich den Zweck, der Schiffahrt bei Niedrigwasser eine zur Vornahme von Leichterungen nothwendige ruhige Liegestelle zu verschaffen. Denn da die Fahrtiefe unterhalb St. Goar um 50 cm grösser ist als oberhalb, so ist bei niedrigen Wasserständen der Rhein hier oft dicht mit Schiffen belegt.

Die Häfen von St. Goar und an der Loreley waren von Anfang an von der Schiffahrt gern aufgesucht und zeitweise derartig mit Fahrzeugen überfüllt, dass es angezeigt erschien, auf der Felsenstrecke noch weiterhin der Schiffahrt sicheren Schutz zu bieten. Die stetig wachsende Zahl von Schiffen und die zunehmende Grösse der Fahrzeuge liess das Maass der vorhandenen Häfen als immer unzureichender erscheinen. Es kam hinzu, dass zwischen Bingerbrück und der Loreley ein sicherer Liegeplatz bisher nicht bestand, dass also diejenigen Schiffe, die auf der Thalfahrt Bingen passirt hatten, sicherer Havarie entgegengingen, wenn sich an der Loreley, wie es im Winter zu geschehen pflegt, plötzlich das Eis stellte. Es wurden Untersuchungen angestellt, ob die Bucht vor Bacharach zur Herstellung eines Winterhafens geeignet wäre, indessen

liessen die zahllosen Felsen, aus denen das Strombett hier besteht, davon absehen. Günstiger schienen die Vorbedingungen bei Oberwesel zu liegen, so dass hier in den Jahren 1896 bis 1898 ein neuer Schutzhafen von 268 a Grösse durch Errichtung eines 0,40 m über Hochwasser liegenden Dammes und künstliche Ausschachtung des Hafenbeckens gebaut worden ist. Die Kosten betrugen im ganzen rund 538 000 Mark. Sie sind ebenso wie beim Loreleyhafen aus besonderen extraordinären Fonds und nicht aus den auf Grund der Denkschrift von 1879 bewilligten 22 Millionen Mark gedeckt worden (vergl. Abb. 56).

Abb. 55. Der Loreleyhafen bei Eisgang im Winter 1899/1900.

Dasselbe ist der Fall bei dem im Jahre 1899 bewirkten Ausbau des vor Bacharach liegenden Ufers, welches den Zweck hatte, das Anlegen der Dampfschiffe zu ermöglichen und damit der Stadt das wiederzugeben, was sie früher in gewissem Umfange besessen, aber durch den Ausbau des Ufers oberhalb Bacharach zum Theil verloren hatte. Schon im Jahre 1883 war zwar vor Bacharach unterhalb der Klosterkribbe ein buhnenartiger Ausbau von der Strombauverwaltung errichtet worden (15 000 Mark), aber die Strömung wurde durch diesen Vorbau so stark stromwärts abgelenkt, dass ein Anlanden an derselben mit Schwierigkeiten verbunden war.

Durch eine Vorschiebung des Ufers in dem Intervalle der beiden vor Bacharach liegenden Buhnen wurde diesem Uebelstande abgeholfen und das Anlegen der Dampfschiffe gesichert (47000 Mark).

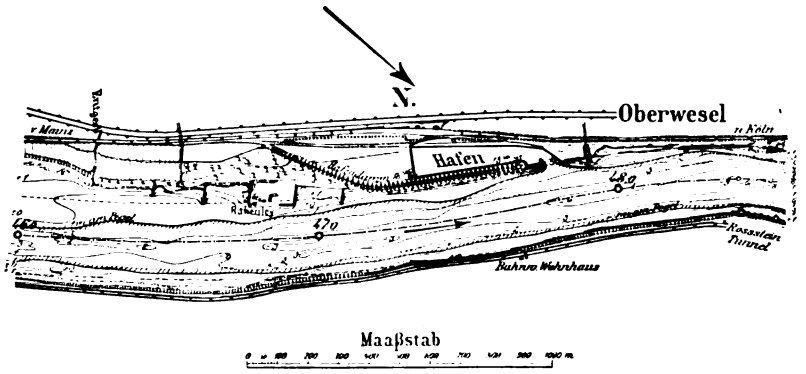


Abb. 56. Der Sicherheitshafen bei Oberwesel im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1881.

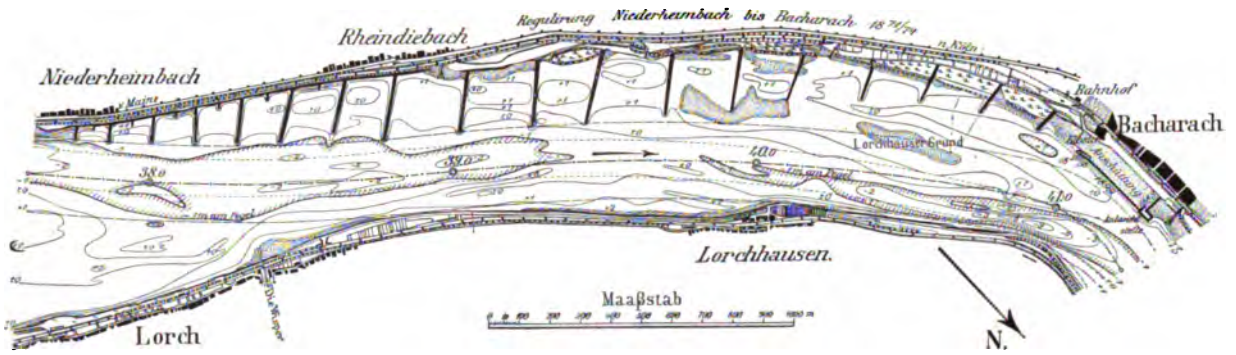


Abb. 57. Die Stromstrecke von Niederheimbach bis Bacharach im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1881.

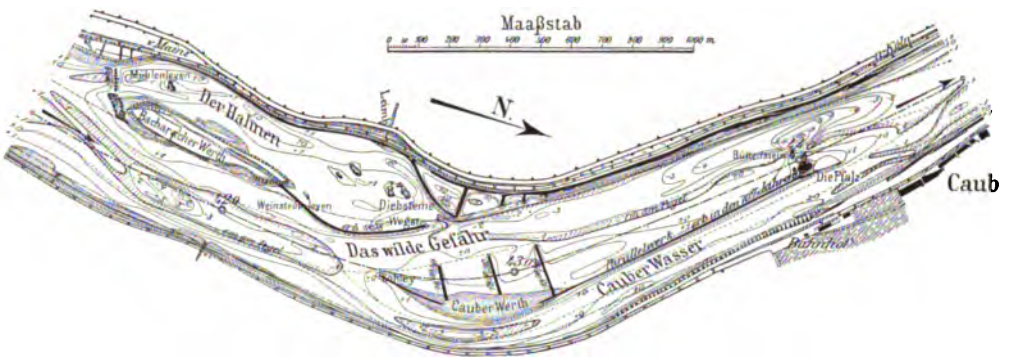


Abb. 58. Das wilde Gefahr zwischen Bacharach und Caub im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1881.

Allerdings drohte diese bessere Wasserführung am linken Ufer entlang dem das Bacharacher Werth umströmenden Stromarme, dem „Hahnen“, mehr Wasser zuzuführen und damit

die Wasserführung im Hauptarme des wilden Gefährs zu beeinträchtigen, so dass gleichzeitig am oberen Ende des Hahnen eine unter niedrigstem Wasserstande gelegene Grundschwelle erforderlich wurde, um die Schiffbarkeit des wilden Gefährs zu erhalten (vergl. Abb. 58).

Das wilde Gefähr war nächst der Strecke am Binger Loch am schwierigsten zu behandeln und erforderte die meisten Arbeiten. Die beiden vom Bacharacher und Cauber Werth

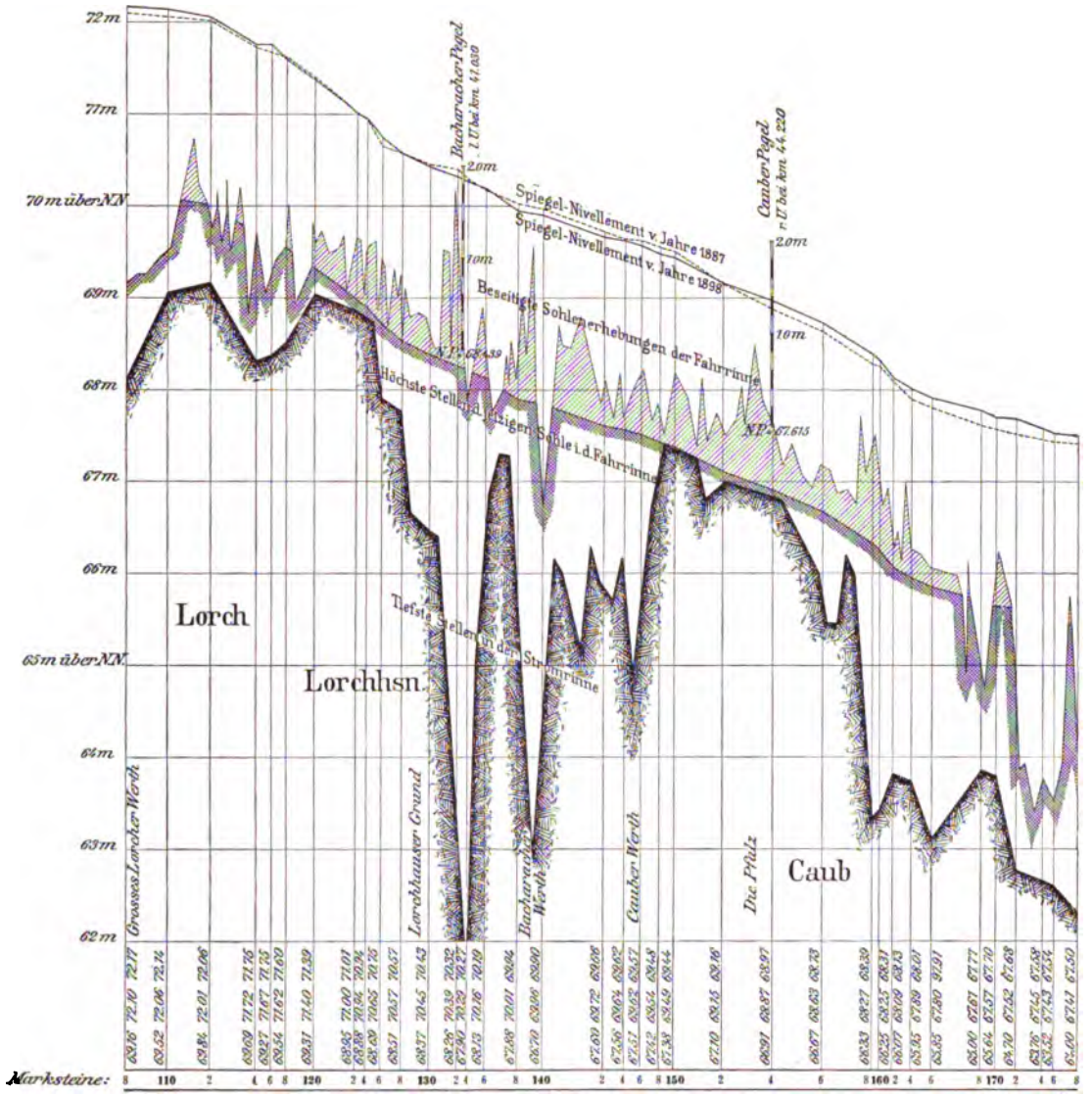


Abb. 59. Längenschnitt durch das wilde Gefähr vom Jahre 1898.

gebildeten Stromspaltungen gehen hier unmittelbar ineinander über, so dass in gewisser Länge eine Dreitheilung des Stromes besteht (vergl. Abb. 58).

Ist es im allgemeinen schon schwierig, den fort und fort steigenden Ansprüchen der Schiffahrt und den im Interesse des Verkehrs als erreichbar zu erachtenden Zielen gegenüber eine Zweitheilung des Stromes aufrecht zu erhalten, so steigern sich naturgemäss diese Schwierig-

keiten bei einer Spaltung in drei Arme, besonders wenn im Hauptarme die Gefällverhältnisse bestehen wie im wilden Gefähr. Während im Cauber Wasser am rechten Ufer sich durch Sprengungen und Baggerungen einerseits und durch Herstellung eines Parallelwerks von der Kohlley bis zum Bacharacher Werth und vom Bacharacher Werth bis zur Pfalz andererseits eine für die

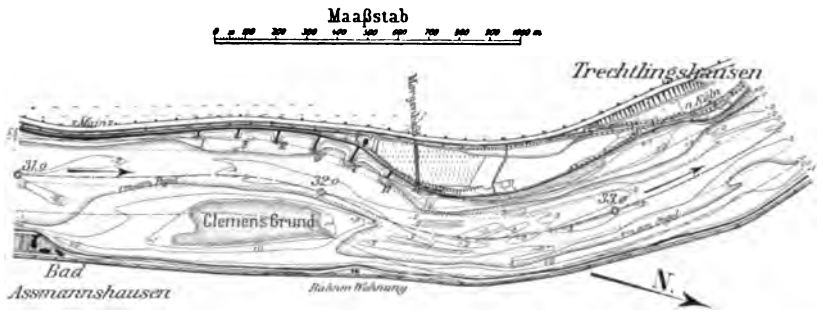


Abb. 60. Die Stromstrecke oberhalb Trechtlingshausen im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1881.

Bergschiffahrt geeignete Fahrrinne von 60 m Breite mit dem gleichmässigen Gefälle von 1 : 2260 hat ausbilden lassen, musste im wilden Gefähr das Gefälle von 1 : 700 beibehalten werden, da eine Senkung des Wasserstandes der oberhalb gelegenen plateauartigen Felsbänke wegen un-

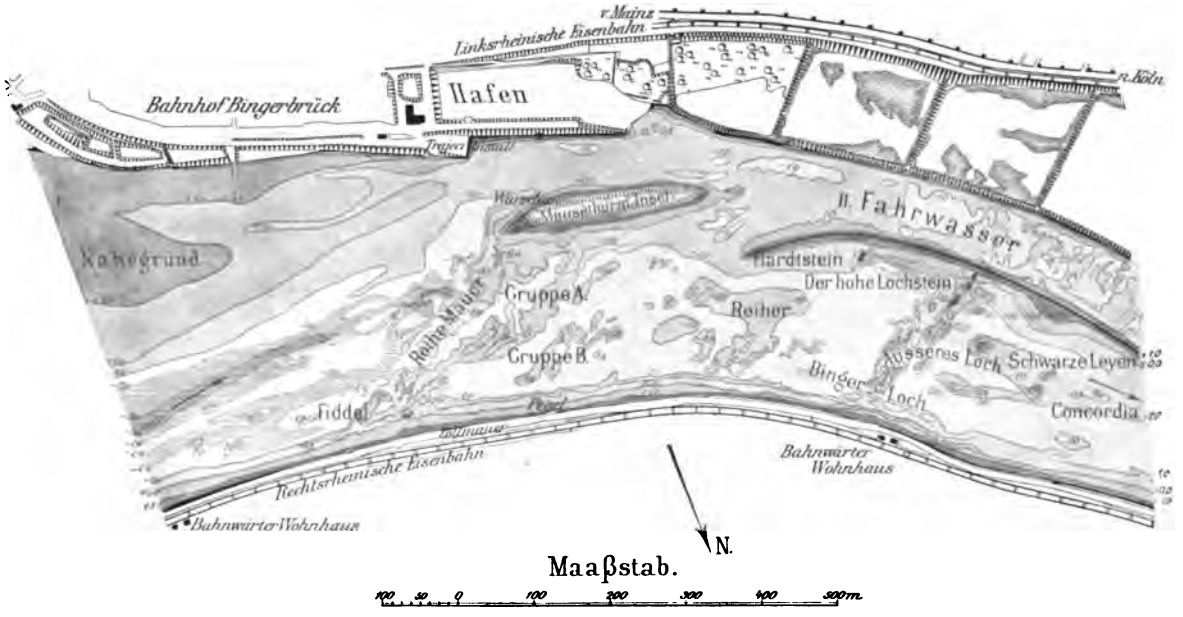


Abb. 61. Das Binger Loch im Jahre 1883, mit Tiefenlinien, die auf den Binger Pegel bezogen sind.

zulässig und eine Hebung des Wasserstandes unterhalb nur durch Grundschwellen, die der Schiffahrt das Ankern verboten hätten, erreichbar erschien. Eine Ausfüllung der Grundschwellenzwischenräume konnte aber der Kosten wegen nicht in Frage kommen. Man hat hier daher einerseits darauf Bedacht nehmen müssen, die Spiegelsenkung, die infolge der Sprengung einer

Fahrrinne im wilden Gefähr unbedingt gegeben war, aufzuheben durch ein vom Bacharacher Werth bis zum Wegstein errichtetes Parallelwerk, das dem Abströmen der Wassermenge in den Hahnen entgegentrat und andererseits unterhalb des wilden Gefährs sich darauf beschränken müssen, durch Ausbau der oberen Theilungsspitze des Cauber Werths mittels drei Buhnen unter angemessener Beschränkung der Breite die Wassermassen thunlichst geschlossen zu halten. Wesentliche Gefälländerungen sind demzufolge im wilden Gefähr nicht eingetreten (vergl. Abb. 59). Die Felsensprengarbeiten sind seit 1880 unausgesetzt betrieben worden, so dass der Schiffahrt im wilden Gefähr nunmehr eine Fahrrinne von 70 m Breite in normaler Tiefe hergestellt ist. Die Geschwindigkeiten sind indessen naturgemäss sehr gross und unter Umständen grösser als im Binger Loch. Die Benutzung desselben beschränkt sich daher im allgemeinen auf die Thalfahrt.

Tabelle 2.

Sprengung und Beseitigung der Felsen im Fahrwasser des Rheins von Bingen bis St. Goar von 1880 bis 1899.

1 Etatsjahr	2 Kostenanschlag Nr.	3 Bezeichnung der Haupt-Arbeitsstellen	4 Zahl der Hülfsmaschinen: Handbohrapparat	Dampfbohrapparat	Sprenggerüst	Taucherschächte	Greifbagger	Eimerbagger	Felsenbrecher	5 Gebohrte Löcher: Zahl	Tiefe m	6 Gesprengt Gestein und geräumt cbm	7 Gebaggerter Kies und Gerölle cbm	8 Ausführungskosten im ganzen ℳ	₰	9 Bemerkungen (Angabe der auf Neubeschaffung von Maschinen u. s. w. verwendeten Kosten) ℳ	₰
1880	424	bei Bingen, Oberwesel u. Caub	1	1	1	3	—	—	—	1760	2613	3 006	—	82 653	78	—	—
1881	438	desgl.	1	1	1	4	—	—	—	2176	3205	3 232	—	102 945	65	56	74
1882	462	desgl.	1	1	1	4	—	—	—	1219	1850	1 788	—	72 398	76	3 600	—
1883	471	desgl.	1	2	1	3	—	—	—	1721	2397	2 345	—	116 675	35	34 865	84
1884	i. Accord	Bingen u. Caub								—	—	—	—	78 644	77	3 202	27
1885	„	desgl.								—	—	—	—	226 048	29	91 400	—
1886	„	Bingen u. Assmannshausen	2	1	—	4	—	—	—	?	?	7 103	—	75 000	51	5 114	26
1887	„	desgl.	—	1	—	2	—	—	—	401	540	6 153	—	55 250	22	—	—
1888	„	bei Bacharach und Loreley								—	—	—	—	162 070	11	287 428	92
1889	„	desgl.	—	—	1	2	—	1	—	2446	2282	150	12 880	247 471	47		
1890	522	Bingen-Assmannshausen	—	—	—	3	1	—	—	4360	4712	1 103	—	292 112	11	199 000	—
1891	526	desgl.	—	—	—	3	1	—	—	9334	10047	2 829	31 818	341 920	35	124 900	—
1892	533	Bingen-Assmannshausen u. Lorch-Caub	—	—	—	2	1	—	—	13340	14493	4 371	8 250	393 013	53	137 559	08
1893	536		—	—	—	3	1	—	—	26655	30883	5 543	303	500 172	71	60 266	—
1894	537		—	—	—	3	2	—	—	26021	33081	29 699	1 879	730 389	74	311 754	78
1895	541	Bingen-St. Goar	—	—	—	4	3	2	1	25884	32627	34 127	31 903	643 509	97	190 192	40
1896	543	desgl.	—	—	—	5	3	2	1	31359	35852	67 244	49 315	620 383	15	86 827	80
1897	545	desgl.	—	—	—	3	—	3	1	14173	17106	36 986	68 280	366 955	12	13 326	55
1898	547	desgl.	—	—	—	4	1	2	1	9783	12732	52 249	39 452	339 803	14	—	—
1899	548	desgl.	—	—	—	1	—	1	1	669	860	7 768	11 217	131 528	50	647	—
													Gesammtkosten	5 578 947	23		
													Davon sind für Beschaffung von Maschinen verwendet			1 550 141	64

An weiteren Stromregulirungen ist die Verbauung der linksseitigen Uferbucht oberhalb Trechtlingshausen mittels fünf Buhnen im Jahre 1897/98 zu erwähnen, die den Zweck hatte, am Clemensgrunde entlang den Versandungen vorzubeugen und auf eine Vertiefung der Fahrrinne hinzuwirken. Die Kosten dieser Arbeiten sind in den Abrechnungen der Felsensprengungen einbegriffen (vergl. Abb. 60).

Der Schwerpunkt der Arbeiten, die seit 1880 zwischen Bingen und St. Goar ausgeführt sind, lag in der Sprengung und Beseitigung der hinderlichen Felsen. Nachdem die Versuche, Unternehmer für diese Arbeiten zu gewinnen oder im Accord höhere Leistungen zu erzielen, missglückt waren, wurden Ende der achtziger Jahre die erforderlichen Maschinen beschafft und nach Errichtung einer besonderen Bauabtheilung im Jahre 1890 hier auf Grund eines aufgestellten Gesammtplanes energisch vorgegangen. Der Umfang und die Kosten der in den einzelnen Jahren ausgeführten Arbeiten geht aus der vorstehenden tabellarischen Uebersicht hervor.

Die hauptsächlichsten Arbeiten sind seit 1880 ausgeführt an der rothen Mauer (km 28,1), an der Fidel (km 27,9), am Reiher (km 28,7), am schwarzen Leyen (km 28,9), vergl. Abb. 61, am Rödelstein (km 30,1), am Leisten (km 30,3), am Gerstenstein (km 32,8), an den Winken (km 39,5 bis 40,5), am Bacharacher Klosterleyen (km 40,9), am Flossenrisser (km 41,7), am wilden Gefähr-Riff (km 42,6), am Katzenstein im Cauber Wasser (km 43,9), an der Ritzley (km 49,5), der Bodenley (km 49,8), der Furthsley (km 49,9), den Alkensteinen (km 51,0) und an der Bank (km 53,4).

Die für Sprengung und Beseitigung von Felsen aufgewendeten Summen erreichen die Höhe von 5 578 947,23 Mark. Werden die für Stromregulirung aufgewendeten Kosten hinzugerechnet, so ergiebt sich, dass für die Strecke Bingen bis St. Goar im ganzen rund 6850000 Mark, d. h. fast der dritte Theil der seit 1880 zur Regulirung des Rheins auf Grund der Denkschrift vom Jahre 1879 zur Verfügung gestellten Mittel, hat aufgewendet werden müssen, um das gesteckte Regulirungsziel zu erreichen. Der volle Erfolg der Arbeiten ist allerdings nicht ausgeblieben. Die Verkehrszunahme der Häfen von Mannheim und Ludwigshafen, Frankfurt und Mainz lässt erkennen, welchen segensreichen Einfluss die Regulirung dieser für den Oberrhein wichtigsten und gefährlichsten Stromstrecke auf die Entwickelung von Verkehr und Industrie ausgeübt hat.

II. Die Stromstrecke von St. Goar bis Coblenz.

„Obwohl der Rhein in der Strecke von St. Goar bis Coblenz noch fortwährend zwischen hohen Bergen in vielen Krümmungen dahinfliesst, hat der Rhein hier doch seinen Charakter als Gebirgsstrom wesentlich verändert. Das tiefe Bett des Stromes, dessen Sohle zwar noch Felsgrund ist, hat grosse Geschiebemassen aufgenommen, durch welche das Gefälle gleichmässiger vertheilt ist und die Geschwindigkeit des Wassers weniger wechselt. Stromschnellen kommen nicht mehr vor. Gleichwohl sind die Breiten des Stromes in dieser Abtheilung noch sehr verschieden. Die geringste Breite ist 225 m (bei Niederspay), die grösste 575 m (an der Schottel). In längeren Strecken fällt die durchschnittliche Breite des Bettes zwischen 300 und 400 m.“ Diese Beschreibung, welche dem Befahrungsprotokoll XV der technischen Commission der Rheinuferstaaten vom 28. April 1849 entnommen ist, trifft auch heute noch zu. Das Längengefälle des Stromes ist am stärksten von St. Goar bis Hirzenach (1 : 3000), am schwächsten von Hirzenach bis zur Schottel (1 : 8700). Von hier bis zur Lahnmündung folgt dann wieder ein etwas stärkeres Gefälle (1 : 4100), das bis Coblenz hin dann wieder schwächer ist (1 : 8000). Bei Hirzenach und an der Lahnmündung liegen Einsenkungen, an der Schottel und an der Stromspaltung des Niederwerth bei Coblenz Erhebungen des Wasserspiegels vor (vergl. Abb. 62).

1. An Fahrtiefe mangelte es auf der Strecke im allgemeinen nicht, so dass in den früheren Jahren die Arbeiten sich auf die **Herstellung geeigneter Leinpfade** beschränkten. So wurde im Jahre 1851 der Leinpfad bei Hirzenach und an der Camper Fähre (4426,83 Mark), im Jahre 1852 am Heimbach (3380,42 Mark), an der Insel Oberwerth (4219,29 Mark), im Jahre 1853 längs Pfaffendorf (4432,05 Mark) und an der Insel Oberwerth (3464,39 Mark), 1854 vor der Stadt Rhens (7993,11 Mark) auf Grund besonderer Kostenanschläge hergestellt. Im allgemeinen war auf dem ganzen linken preussischen Ufer schon 1840 ein Leinpfad in Höhe von 16′ am Coblenzer Pegel vorhanden, der zum Theil mit der Landstrasse nach Mainz zusammenfiel. Eine Unterbrechung bestand nur bei Coblenz an dem Oberwerth, wo damals noch eine Stromspaltung

bestand. Auch auf der nassauischen Seite bis Oberlahnstein hin war grösstentheils ein ausgebauter Weg von 9 m Breite vorhanden, der zugleich als Leinpfad diente. Auf einzelnen Strecken waren Futtermauern errichtet, so dass ein durchgehender Pferdezug möglich war.

Auf die Ausführung von Stromregulirungen war die herzoglich nassauische Regierung hier ebensowenig bereit einzugehen als oberhalb St. Goar, obwohl schon im Jahre 1849 die Strecken bei Wellmich, bei Ehrenthal und an der Schottel bei Braubach als verbesserungsbedürftig hervorgehoben wurden. Erst nach dem Jahre 1866 konnten die Schwierigkeiten, die sich der Schiffahrt an diesen Stellen boten, behoben werden.

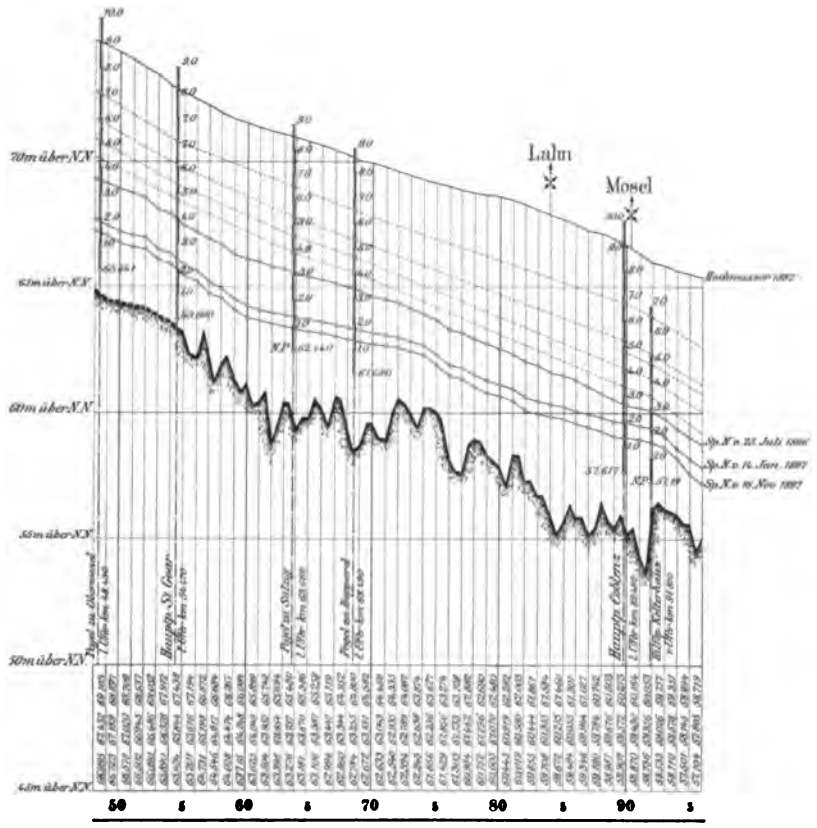


Abb. 62. Längenschnitt des Rheins von St. Goar bis Coblenz
(mit Darstellung der mittleren Tiefen im Thalwege bei gemitteltem Niedrigwasser).

2. **Bei Wellmich** reichte vom linken Ufer aus eine zum Theil aus Felsen bestehende Insel, der Hund, bis fast mitten in den Strom, während am rechten Ufer der aus Kies und Steingerölle bestehende Wellmicher Ort weit in den Strom vorsprang. Zwischen beiden Hindernissen lag ein zwar genügend tiefes, aber nur schmales und stark gewundenes Fahrwasser, so dass die Schiffahrtsinteressenten die Beseitigung dieser Stromenge anstrebten (Befahrungsprotokoll vom 16. September 1880, Ziffer 13). Es wurde daher im Jahre 1880 einerseits das linksseitige Ufer durch ein System von acht Buhnen vorgetrieben, wodurch der „Hund“ an das linke Ufer angeschlossen und eine Normalbreite von 230 m hergestellt ist, während andererseits eine angemessene Verbreiterung der Fahrrinne bis zu einer Tiefe von — 0,90 m St. Goarer Pegel durch theilweise

Fortbaggerung des Wellmicher Orts hergestellt wurde. Die Kosten dieser Regulirung betrugen 98 529,02 Mark (vergl. Abb. 63).

3. **Bei Ehrenthal** bestand eine Stromspaltung auf 1150 m Länge durch das bis zu +7,60 m am Bopparder Pegel reichende Ehrenthaler Werth, derzufolge beide Stromarme nach und nach verlandeten. Vom rechten Ufer aus sprang ein auf + 1,50 m am Pegel liegendes Felsenriff auf 70 m Breite ins Strombett vor. Die Schiffahrtsrinne war so schmal geworden, und zeigte so viele Windungen, dass hier schon im Jahre 1876 der Ausbau der Stromspaltung erfolgen musste. Zu dem Zwecke wurde das rechte Ufer mittels sieben Buhnen so weit vorgeschoben, dass das Felsenriff verdeckt wurde und bis zu dem gegenüber angelegten Parallelwerke, das in ganzer Länge am Ehrenthaler Werth entlang geführt wurde, noch eine Normalbreite von 150 m verblieb. Der linke Stromarm wurde mittels sechs Buhnen am Ehrenthaler Werth und mittels vier linksseitig am oberen Einlauf angelegten Buhnen auf 100 m Breite eingeschränkt. Das Parallelwerk wurde auf + 4 m am Pegel, die Enden desselben sowie die Buhnenköpfe auf + 3 m am Pegel gelegt (151 110,22 Mark), vergl. Abb. 64.

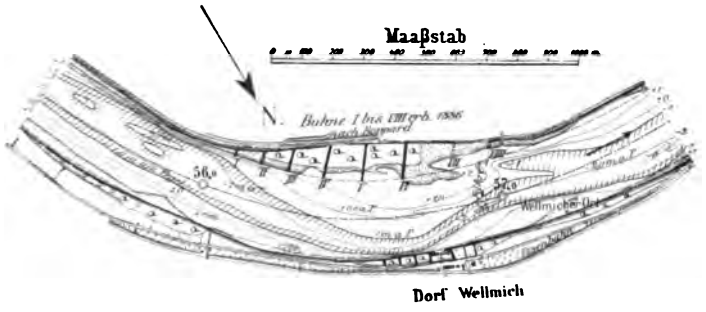


Abb. 63. Die Stromstrecke bei Wellmich im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1883, bezogen auf den Pegel zu St. Goar.

Abgesehen von einzelnen Baggerungen, die im Jahre 1893 am oberen Einlauf des linken Stromarmes ausgeführt werden mussten, um die Arbeiten zu vervollständigen, hat diese Regulirung den Erwartungen entsprochen.

4. Schwieriger lagen die Verhältnisse **an der Schottel** zwischen Osterspay und Oberspay, wo sich wegen der übergrossen Strombreite zwischen dem am rechten, scharf gekrümmten Felsufer entlang ziehenden tiefen aber schmalen Stromarme, dem „engen Thürchen“ und der etwa in der Mitte des Strombettes gelegenen flachen und vielgewundenen Rinne, dem „treibenden Kändel“, ein Mittelsand gebildet hatte. Auf langer Strecke konnten sich nicht zwei Schiffe begegnen und bei niedrigen Wasserständen war die Fahrt auch für ein einzelnes Fahrzeug mit grossen Schwierigkeiten verbunden, da die Kiesbank am linken Ufer und die Sohle des „treibenden Kändel“ vielfach mit grossen Steinen durchsetzt war. Gewachsener Felsen war anscheinend nicht vorhanden und ist auch später nicht gefunden worden. Die Regulirung dieser Strecke war nur durch Vorschiebung beider Ufer und Herstellung einer normalen Strombreite lösbar, indessen war die nassauische Verwaltung hierzu mit Rücksicht auf die kleine Schiffahrt, die den Bergweg dicht am rechtsseitigen Ufer entlang erhalten zu sehen wünschte, nicht zu bewegen, obwohl preussischerseits bereits im Jahre 1855 eine Vorschiebung des linken Ufers durch ein auf 12′ am Pegel liegendes,

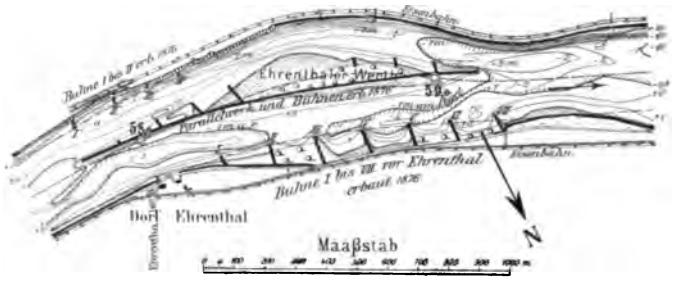


Abb. 64. Die Stromspaltung bei Ehrenthal im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1883.

in der Krone 12′ breites, mittels Traversen an das Ufer angeschlossenes Parallelwerk und durch fünf oberhalb liegende Buhnen (122909,66 Mark) bewirkt worden war. Die Vorschiebung des linken Ufers allein reichte aber nicht aus, um eine ausreichende Vertiefung des mittleren Hauptstromarmes zu erzielen, zumal eine Unterstützung der angelegten Werke durch Baggerungen in wesentlichem Umfange damals nicht wohl ausführbar war. Als das rechtsseitige Ufer 1807 an Preussen überging, wurde alsbald der weitere Ausbau dieser Stromstrecke in Angriff genommen. Geplant war die Ausführung eines Parallelwerks am rechten Ufer entlang und dessen Anschluss an dasselbe sowohl am oberen Ende wie mittels acht Querdämmen. Um indess Störungen der Schiffahrt zu vermeiden, musste das am rechten Ufer gelegene Fahrwasser so lange erhalten bleiben, bis ein neues Fahrwasser von ausreichender Breite und Tiefe sich im Hauptstrome gebildet haben würde. Es wurde daher im Jahre 1808 die Ausführung eines 310 Ruthen (1168 m) langen, mit der Krone ebenfalls auf + 12′ Coblenzer Pegel liegenden und in der Krone 12′ breiten Parallelwerks ohne Uferanschlüsse begonnen und bis 1870 fertig gestellt. Die Normalbreite des Stromes war dabei auf 70 Ruthen (264 m) bemessen (85409,85 Mark). Durch Baggerung des zum Bau des Parallelwerks erforderlichen Materials, durch Auflockerung der harten Kiesfelder mittels der Kratzmaschine und durch die verstärkte Strömung war schon im Jahre 1871 eine merkbare Vertiefung des neuen Fahrwassers entstanden. Es wurde daher das Parallelwerk im Jahre 1871 um 50 Ruthen (188 m) stromab verlängert und die Verbauung des rechten Stromarmes durch Herstellung von drei Grundschwellen, deren Krone auf —0,60 m am Pegel lag, vorbereitet. Die eine Grundschwelle lag in der oberen, die andere in der unteren Verlängerung des Parallelwerks und die dritte im alten Fahrwasser an der oberen Einmündung als Grundlage für den in Aussicht genommenen obersten Querdamm (38009,56 Mark), vergl. Abb. 65.

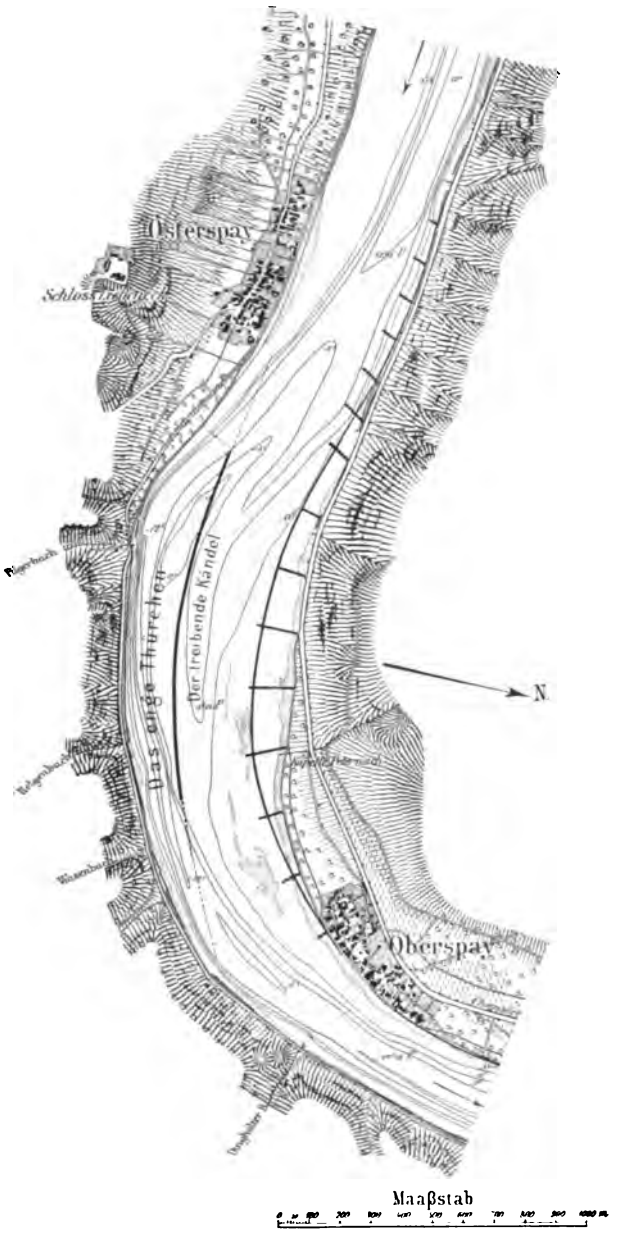


Abb. 65. Die Stromregulirung an der Schottel oberhalb Braubach im Jahre 1872, mit Tiefenlinien von 1860 bezogen auf den Pegel zu Coblenz.

Im Jahre 1873 wurde eine abermalige Verlängerung des Parallelwerks stromabwärts um 120 m ausgeführt, da die bisherigen Arbeiten eine so lebhafte Geschiebeführung hervorgerufen hatten, dass der Beobachtung zufolge Sand- und Kieswellen, deren Achse quer zum Strome lag, sich stromab allmählich vorschreitend vorwärts bewegten. Mitten im Strombette traten viele grosse Steine, die bis zu 15 cbm gross waren, zu Tage und mussten durch Sprengung beseitigt werden (34199,79 Mark).

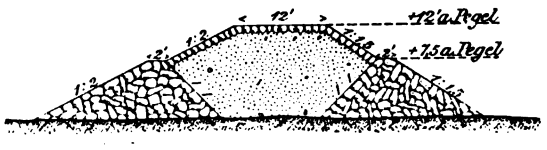


Abb. 66.
Querschnitt des im Jahre 1868 begonnenen Parallelwerks an der Schottel.

Im Jahre 1875 fand die letzte Verlängerung des Parallelwerks und zwar um 75 m stromauf und 150 m stromab statt. Maassgebend war dabei der Gesichtspunkt, dass die Fahrt durch das enge Thürchen der Bergschifffahrt noch erhalten bleiben solle und daher am oberen und am unteren Ende eine Strombreite von 75 m zwischen den Wasserlinien von — 1 m am Pegel offen zu lassen sei. Die Gesammtlänge des Werkes beträgt 1700 m. (Die letzten Verlängerungen kosteten 36000,23 Mark.) Abb. 67.

In diesem Zustande blieben die Arbeiten liegen. Der Anschluss des Parallelwerks am oberen Ende nach dem Ufer und die Querdämme durch das enge Thürchen gelangten nicht zur Ausführung, da die Schiffahrtsinteressenten im Jahre 1880 und 1881 und später gegen eine Abschliessung des „engen Thürchens“ noch lebhaften Widerspruch erhoben. Das Fahrwasser im Hauptarme des Stromes war noch zu unsicher und veränderlich, so dass es zeitweise an Tiefe und ausreichender Breite mangelte. Bei niedrigen Wasserständen ging die ganze Schiffahrt, zu Berg und zu Thal, durch das enge Thürchen. Mehrfache Havarieen, die im Jahre 1888 eintraten, führten zu einer erneuten Untersuchung der Strecke. Es ergab sich, dass die normale Fahrtiefe im Hauptarme nur in unzureichender Breite vorhanden und am unteren Ende des Parallelwerks sehr gewunden war; auch im engen Thürchen war das Fahrwasser im allgemeinen nur 50 m breit. Sollte die Stromspaltung beibehalten werden, dann war die Normalbreite von 100 m im Hauptarme und von 100 m im Nebenarme, also von zusammen 200 m, zu gross und es kam eine weitere Einschränkung des linken Hauptarmes durch Buhnen vor dem linksseitigen Parallelwerke in Frage. Sollte aber die Beseitigung der Stromspaltung in Absicht stehen, so war die Situation für Gewinnung eines neuen Sicherheitshafens günstig. Diese Erwägungen haben es angezeigt

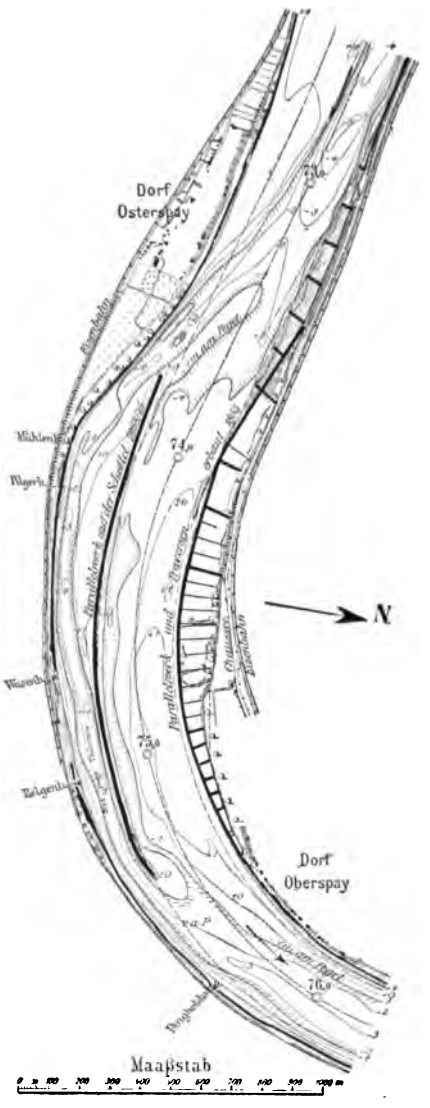


Abb. 67.
Die Stromstrecke an der Schottel im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1883.

erscheinen lassen, die Entscheidung der Frage, ob das enge Thürchen dauernd beizubehalten sei oder nicht, einstweilen noch auszusetzen und zunächst nur dem Mangel an Fahrbreite durch Baggerungen und weitere Beseitigung der grossen Steine und einzelner Felsspitzen abzuhelfen. In den Jahren 1894 bis 1896 ist daher im Hauptarme eine Fahrrinne von 90 m Breite, im rechten Nebenarme eine solche von 60 m Breite in normaler Tiefe hergestellt. Die Herstellung dieser beiden etwa 2000 m langen Fahrrinnen, die sich bisher erhalten haben, erforderte 102310,39 Mark. Seitdem dient das enge Thürchen der Bergfahrt, der Hauptarm vorzugsweise der Thalfahrt, indess wenden sich die einzeln fahrenden Dampfschiffe schon mehr und mehr auch auf der Bergfahrt dem Hauptarme zu.

5. Wenige Kilometer unterhalb der Schottel lag **vor Braubach** am concaven rechten Ufer der Braubacher Grund, der Anlass gegeben hatte, dass sich hart am linken convexen Ufer eine bis zu 6,40 m tiefe schmale Fahrrinne ausbildete. Braubach war bei niedrigem Wasserstande

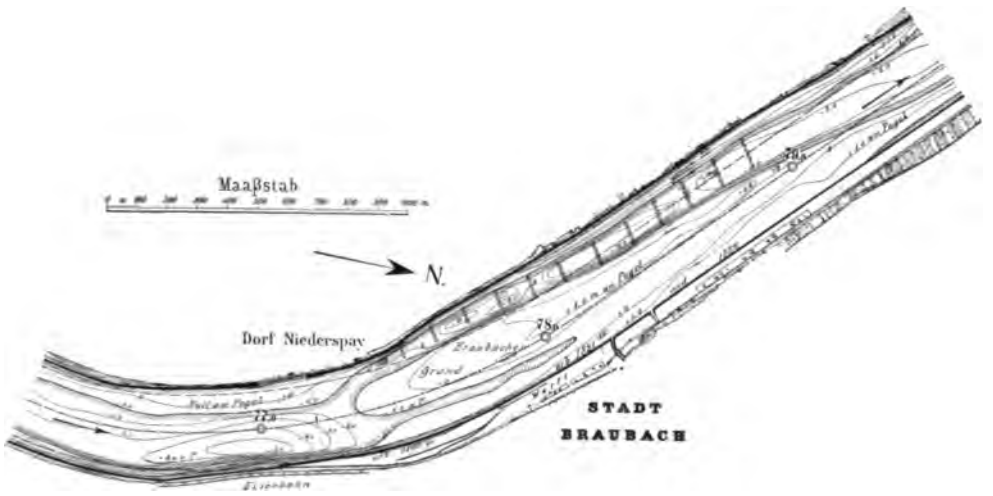


Abb. 68. Die Stromstrecke bei Braubach im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1881.

der Schiffahrt nicht zugänglich. Die Breite der Fahrrinne am linken Ufer betrug auf 600 m Länge nur 75 m. Ein Begegnen der Schiffe, namentlich der Schleppzüge und Flösse, war nicht angängig. Die Beseitigung des Braubacher Grundes war daher schon lange als nothwendig erkannt, und von den Technikern der Rheinuferstaaten im Jahre 1861 und 1874 wiederholt als wünschenswerth bezeichnet, in Rücksicht auf die hohen Kosten aber immer zurückgestellt worden. Als im Jahre 1879 reichlichere Mittel in Aussicht gestellt wurden, gelangte die Regulirung dieser Strecke alsbald in eingehende Erwägung und wurde schon unterm 5. Mai 1880 die Herstellung von zehn Grundschwellen in der tiefen Fahrrinne am linken Ufer unterhalb Niederspay verfügt. Diese Grundschwellen sollten den Unterbau bilden für später darauf zu errichtende Buhnen und wurden daher in inclinanter Richtung angelegt. Ihre Krone lag im allgemeinen auf — 3 m am Pegel und wurde als 1 m starker Steinbewurf am linken Ufer bis auf die Höhe des Mittelwassers hinaufgezogen. Die oberste Grundschwelle wurde auf — 2 m am Pegel und die zweitoberste auf — 2,50 m am Pegel gelegt. Durch den Braubacher Grund, der nach angestellten Bodenuntersuchungen im allgemeinen aus Kies und Gerölle mit einzelnen Steinen bestand, in der Höhe von + 0 am Pegel aber an verschiedenen Stellen eine 70 bis 80 m breite Schicht zähen lettigen

Materials enthielt, wurde die Herstellung einer 50 m breiten Fahrrinne bis zur Tiefe von 0,80 m Coblenzer Pegel in Angriff genommen und die dabei gewonnenen Materialien zur Verbauung der Uferbucht oberhalb Braubach am rechten Ufer verwendet. Die im Jahre 1880 und 1881 bewirkte Ausführung dieser Arbeiten kostete 113596,80 Mark.

Die Fortsetzung dieser Arbeiten im Jahre 1881 und 1882 hatte eine vollständige Herstellung der 50 m breiten Fahrrinne durch den Braubacher Grund, die sich nach unten hin zum Anschluss an die linksseitige alte Fahrrinne erweiterte, sowie die Aufhöhung der Grundschwellen bis zu — 2 m am Pegel und Ausführung von zwei neuen Grundschwellen am unteren Ende der Strecke zum Zweck. Der gewonnene Baggerkies wurde zu einer Vorschiebung des Ufers vor Braubach verwendet. Die Kosten betrugen 280873,58 Mark.

Als Erfolg dieser Arbeiten hatte sich zunächst eine merkbare Verlandung zwischen den Grundschwellen gezeigt, während eine nennenswerthe Erweiterung der Baggerrinne bei dem schweren Material, aus dem der Braubacher Grund bestand, trotz der starken Strömung ausblieb.

Im Jahre 1890 und 1891 mussten daher erneute Baggerungen auf dem Braubacher Grund in Angriff genommen werden. Die Fahrrinne wurde auf 120 bis 140 m Breite bis hart an das gedeckte Ufer vor Braubach erweitert. Die Kiesmassen wurden theils am rechten Ufer unterhalb des Grossbaches bis zur Höhe von + 3 m am Pegel profilmässig verbaut, zum Theil zur weiteren künstlichen Ausfüllung der Zwischenräume zwischen den Grundschwellen am linken Ufer verwendet. Die Kosten dieser Arbeiten beliefen sich auf 198481,89 Mark.

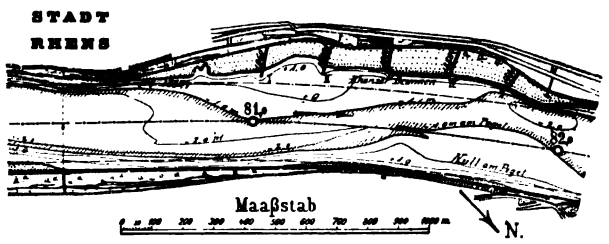


Abb. 69. Die Stromstrecke von Rhens bis Oberlahnstein im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1881.

Mit diesen Arbeiten hat die Regulirung dieser Stromstrecke einstweilen ihren Abschluss erreicht. Das hergestellte Fahrwasser reicht für die Schiffahrt zunächst aus und ist bisher eine wesentliche Verlandung desselben nicht beobachtet worden. Die Ausführung der Buhnen am linken Ufer ist daher noch zurückgestellt worden, zumal die Bergfahrt noch heute gern ihren Weg über die Grundschwellen hinweg nimmt, weil sie hier jetzt schwächere Strömung als am rechten Ufer antrifft. Die Strombreite geht auf 3 km Länge von Braubach bis Rhens daher auch heute noch weit über das Durchschnitts- und Normalmaass hinaus.

6. **Zwischen Rhens und Oberlahnstein** bildet die Sohle des Flusses ein ziemlich gleichmässig hoch liegendes Plateau. Die Oberfläche desselben wird aus einem festen, scheinbar 30 bis 50 cm starken Conglomerat von Kies und Gerölle gebildet, das dem als „Ortstein“ bekannten Gebilde ähnlich sieht. Ob die an beiden Ufern des Rheins oder theilweise sogar im Rhein selbst befindlichen Quellen von Rhens und des Victoriabrunnens an der Bildung desselben betheiligt sind, ist zweifelhaft. Früher hielt man die Masse für blanken Felsen.

Im Jahre 1860 waren bereits zwei Buhnen vom linken Ufer her zur Verbauung der linksseitigen Uferbucht vorgeschoben, nachdem bei dem sehr niedrigen Wasserstande im Winter 1858 der Rhenser Brunnen neu entdeckt worden war. Die untere dieser beiden Buhnen bildete den Zugang zu der Quelle selbst.

Im Jahre 1880 und 1881 sind drei weitere Buhnen und ein kurzes Deckwerk am oberen Ende der Bucht zur Vervollständigung dieser Verbauung unter Aufwendung von 23869,57 Mark ausgeführt worden (Abb. 69).

7. **Bei Oberlahnstein** bestand ein Eisenbahnhafen, den die Lahnthalbahn in früheren Jahren erbaut hatte. Während früher die Erze und Mineralien, die im Lahnthale bergmännisch gewonnen wurden, mittels kleiner Nachen von 16′ (5 m) Breite und 100′ (31,40 m) Länge auf der dementsprechend canalisirten Lahn stromabwärts gingen und am rechten Ufer des Rheins von Niederlahnstein bis Ehrenbreitstein theils auf die hier befindlichen Lagerplätze, theils unmittelbar in Rheinschiffe übergeladen wurden, ging nach Erbauung der Lahnthalbahn, die nach den einzelnen Gewinnungsorten Zweiggeleise anlegte und im Oberlahnsteiner Hafen Schutthalden und Sturzgerüste einlegte, dieser Verkehr mehr und mehr auf die Eisenbahn über. Um die Schifffahrt auf der Lahn und insbesondere ihre Verbindung mit dem Rhein aufrecht zu erhalten, war bereits im Jahre 1875 die Lahnmündung, die früher fast senkrecht zum Rhein lag und häufig versandete, ausgebaut worden (115089,42 Mark). Als nach Verstaatlichung der Bahn der Oberlahnsteiner Hafen der Regierung zu Wiesbaden überwiesen war, wurde im Jahre 1883 eine Erweiterung desselben und ein unmittelbarer Zugang von der Lahn her mittels

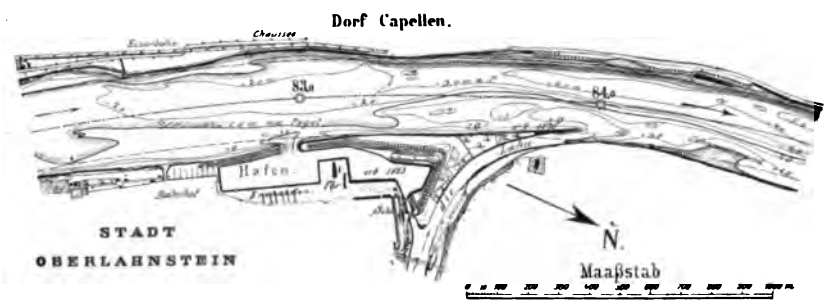


Abb. 70. Die Lahnmündung und der Hafen von Oberlahnstein im Jahre 1900.

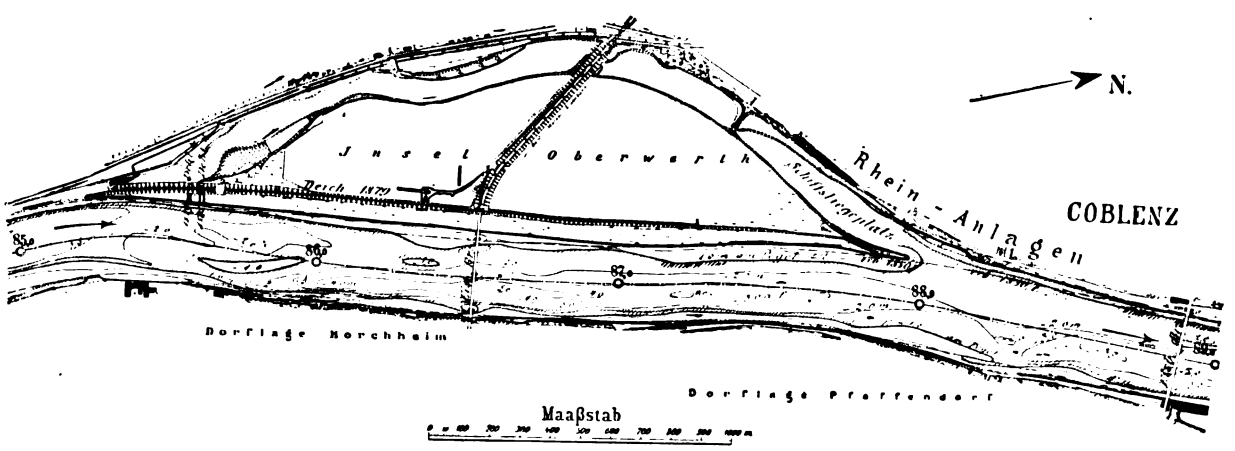


Abb. 71. Der Rhein am Oberwerth oberhalb Coblenz im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1881.

Kammerschleuse ausgeführt. Bei diesen Arbeiten wurde das Ufer vor Oberlahnstein durch Ablagerung der beim Aushub des Hafenbeckens gewonnenen Bodenmassen in den Strom vorgeschoben und die Ufer von der Strombauverwaltung unter Aufwendung von 36929,12 Mark befestigt (Abb. 70).

8. In der Nähe **von Coblenz** sind die meisten und wichtigsten Umänderungen von anderer Seite bewirkt worden, insbesondere von der Eisenbahn gelegentlich des Baues der beiden Brücken über den Rhein. Ende der sechziger Jahre entstand gelegentlich des Brückenbaues zwischen Coblenz und Pfaffendorf der Ehrenbreitsteiner Hafen am rechten Ufer und Ende der siebziger

Jahre wurde beim Bau der Brücke bei Horchheim unter angemessener Verbreiterung und Austiefung des Hauptarmes die vom Oberwerth gebildete Stromspaltung aufgehoben und die obere Mündung des linken Stromarmes durch einen hochwasserfreien Damm geschlossen und dieser Damm bis unterhalb der Eisenbahnbrücke fortgeführt. Die Unterhaltung dieses Dammes ging gegen Abtretung des Vorlandes vor dem Deiche auf die Strombauverwaltung über. Nur die im Interesse des Schutzes der Rheinanlagen gegen Eisgang und zur Verhütung der Versandung der Rheinlache vorgenommene Anlegung eines Dammes an der Nordspitze von Oberwerth wurde zugleich mit einer Erhöhung des Leinpfades an den Rheinanlagen im Jahre 1880 und 1881 von der Strombauverwaltung unter Aufwendung von 103468,72 Mark ausgeführt. Baggerungen und

Abb. 72. Die Moselmündung im Jahre 1877, mit Tiefenlinien von 1860.

Einbau des gewonnenen Baggerbodens am linken Ufer unterhalb der Pfaffendorfer Rheinbrücke erforderten in den Jahren 1881 und 1882 die Summe von 24990,10 Mark (Abb. 71).

9. Schwieriger lagen die Verhältnisse **an der Moselmündung.** Das viel zu breite Flussbett der Mosel hatte sich von der massiven Brücke abwärts mit der Zeit so hoch aufgelandet, dass nur eine schmale tiefere Rinne verblieben war und bei niedrigem Wasser kein beladenes Schiff mehr passiren konnte. In den Jahren 1860 und 1861 war hier eine Regulirung derart ins Werk gesetzt, dass von der Eisenbahnbrücke abwärts bis zur Mündung des zu Ende der vierziger Jahre erbauten 160 m langen und 95 m breiten Winterhafens bei Lützel-Coblenz ein Parallelwerk mit sechs davor liegenden Buhnen erbaut wurde, wodurch am linken Ufer ein Flossliegeplatz gewonnen wurde. Unterhalb der Hafenmündung wurde am linken Ufer ein Parallelwerk mit Traversen bis zur Correctionslinie hergestellt (35399,79 Mark). Diese Maassnahmen reichten indessen nicht aus, um die Fahrrinne in der Mündung selbst wesentlich zu bessern. In den Jahren 1875 bis 1877 wurde daher am linken Moselufer vom Hafen abwärts ein System von Buhnen

und am rechten Moselufer ein Parallelwerk vom Schwanenthor ab bis zur Mündung in den Rhein angelegt, wozu die Materialien durch Baggerung der Moselmündung gewonnen wurden (165188,94 Mark). Im Jahre 1878 wurden zur Gewinnung eines Leinpfades die Köpfe dieser Buhnen am linken Moselufer durch ein Parallelwerk verbunden und die Intervalle zum Theil ausgefüllt (55346,04 Mark), Abb. 72.

Beim Eisgang im Januar 1880 wurde das am rechten Ufer der Mosel vom Schwanenthor abwärts angelegte Deckwerk durchbrochen und musste in den Jahren 1881 und 1882 wieder hergestellt werden, wozu 19467,28 Mark aufgewendet sind.

Im Jahre 1893 gab die Errichtung des Kaiserdenkmals am deutschen Eck den lange gewünschten Anlass, das rechte Ufer der Mosel von der alten Moselbrücke ab durchweg bis zur Correctionslinie vorzuschieben. Die Herrichtung des Denkmalplatzes selbst und den Bau der hohen Ufermauern übernahm zwar die Provinzialverwaltung. Staatlicherseits wurde derselben aber nur eine Summe von 62661 Mark als Zuschuss für Ausführung dieser Uferdeckungen zugebilligt, d. h. in der Höhe, wie solche dem Staate bei Ausführung einfacher Böschungen Kosten erwachsen wären. Die Deckung des 890 m langen Ufers an der Mosel, die bis + 4,50 m Coblenzer Pegel durch eine Ufermauer und bis zu + 6 m Coblenzer Pegel durch eine hinter der 7 m breiten Uferstrasse gelegene Strassenmauer hergestellt wurde, erforderte eine Kostensumme von 247942,57 Mark. Durch diese Arbeiten, zu denen das Material grösstentheils in der Moselmündung durch Baggerung gewonnen wurde, ist eine gründliche Aufräumung der hier angesammelten Kiesmassen und eine derartige Freilegung der Fahrstrasse in der Moselmündung erreicht, so dass hier für absehbare Zeit ein für Mosel- und Rheinschiffahrt gleich erwünschter Zustand geschaffen worden ist (Abb. 73).

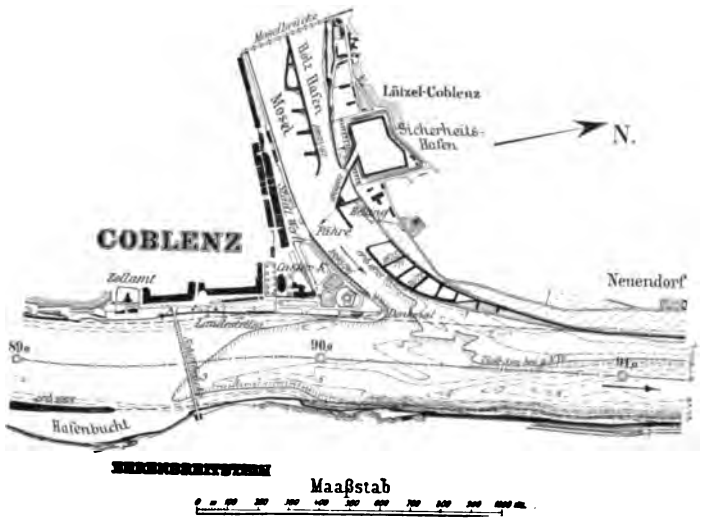


Abb. 73. Die Moselmündung im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1895.

„Die Stadt Coblenz, die bereits in den achtziger Jahren die Rheinwerft vor Coblenz vom „Cavalier abwärts auf ihre Kosten ausgeführt und die Wandelbahn mit Lagerräumen erbaut hatte, „konnte demgemäss neuerdings ihren Freihafen vom Rhein in die Moselmündung verlegen und ist „gegenwärtig mit dem hierzu erforderlichen Umbau des Ufers, Aufstellung von Krahnen und „Lagerschuppen, Herstellung eines Anschlussgeleises an die Eisenbahn unter Aufwendung hoher „Geldmittel beschäftigt in der Hoffnung, dass auch in Coblenz sich dadurch die Hebung des Ver„kehrs geltend machen wird, die an anderen weniger günstig gelegenen Städten schon seit längerer „Zeit sich bemerkbar gemacht hat."

III. Die Stromstrecke von Coblenz bis Andernach.

Von Coblenz bis Andernach durchströmt der Rhein das sogenannte Neuwieder Becken, ein altes geologisches Senkungsgebiet, das einstmals ein Seebecken war, in welches von der Eifel her sich Ströme vulkanischer Lava und grosse Massen bimssteinartigen Gerölles ergossen. Trotzdem besteht das heutige Strombett im grossen und ganzen doch aus Kies, Gerölle und an einigen Stellen, wo der Rhein sich den bergigen Ufern nähert, auch aus Felsen. Der Kies, der sich hier angesammelt und zum Theil in Form von einzelnen Bänken gelagert hat, ist sogar in seiner Oberfläche meist sehr widerstandsfähig, so dass es dem Strom leichter wurde die Ufer abzubrechen als seine Sohle zu vertiefen. Diesem Umstande zufolge bildet der Strom hier eine grössere Zahl von Stromarmen aus. Gleich unterhalb Coblenz zweigt der Vallendarer Stromarm ab, von dem wieder die „rothe Nehrung" nach dem Rhein zu durchgebrochen ist, also eine Dreitheilung des Stromes, wobei sich im Hauptarme des Rheins von Wallersheim bis Bendorf hin ein sehr starkes Gefälle ausgebildet hat. Bei Bendorf, wo die drei Arme sich wieder vereinigen, lagen die alte „Horstatt" und der „Engerser Grund", feste Kiesbänke, die den Strom bei Niedrigwasser spalteten. Gleich darauf folgte der Urmitzer Werth und nach einer schlechten Stromstrecke bis Neuwied hin, auf der bei Hochwasser sich stets Versandungen zu bilden pflegten, so lange die Umströmung oberhalb Neuwied auf dem rechten Ufer bestand, folgte die Stromspaltung des Weissenthurmer Werth, jener alten Stätte, wo einst Caesar seine erste Rheinbrücke geschlagen haben soll. Von hier bis Andernach hin ist der Strom vielfach von Felsen durchsetzt. Die ganze Strecke bietet daher für die Stromregulirung manche Schwierigkeiten. Das Gefälle wechselt in weiten Grenzen. Im allgemeinen nimmt das Gefälle von dem oberen Ende der Vallendarer Stromspaltung bis Andernach hin allmählich von 1 : 2230 bis auf 1 : 17000 ab. Die Vallendarer Stromspaltung bildet gewissermaassen eine Barre im Strome, die den Niedrigwasserstand um rund 1 m über diejenige Lage gehoben hat, die er bei regelmässiger Entwickelung haben müsste. Am oberen Ende dieser Spaltung haben im Hauptarme sowohl wie im Vallendarer Stromarme stets Baggerungen ausgeführt werden müssen, um der Schiffahrtsrinne eine aus-

reichende Breite und Tiefe zu erhalten und alle bisherigen Regulirungen haben hierin auch bis heute noch keinen endgültigen Wandel zu schaffen vermocht.

Die erste Sorge musste bei der geschilderten Sachlage naturgemäss der Deckung der Ufer zugewendet sein, damit der Strom nicht immer mehr an Breite gewann und an Tiefe verlor, der Leinpfad nicht immer weiter vom Strome abrückte. Dass bei diesen Uferdeckungen mehr auf sparsame Ausführung als auf die Einhaltung einer regelmässigen, dem Strome entsprechenden Uferlinie gesehen wurde, liegt auf der Hand. Schon vor Einrichtung der Strombauverwaltung war eine Reihe von Uferdeckungen vorgenommen; diejenigen bei Engers waren im Jahre 1851 grade in der Ausführung, mehrere andere wurden später noch erforderlich. Auch die Regulirung des Fahrwassers ist auf einzelnen Strecken schon früh in die Hand genommen, da die verschiedenen Kiesbänke der Schiffahrt viele Schwierigkeiten bereiteten.

Abb. 74. Längenschnitt des Rheins von Coblenz bis Andernach (mit Darstellung der mittleren Sohlenhöhe in den bei gemitteltem Niedrigwasser aufgenommenen Querschnitten).

1. In der **Stromspaltung,** die dicht **unterhalb Coblenz** beginnt, ist die Regulirung allerdings erst auf Grund der Denkschrift von 1879 begonnen. Die früheren Arbeiten beschränkten sich auf die Deckung der Ufer der Insel Niederwerth im Hauptarme gegenüber Kesselheim im Jahre 1851 (14094,33 Mark) und an der oberen Inselspitze im Jahre 1853 (2848,87 Mark), wofür die Gemeinde Niederwerth die obere Inselspitze der Strombauverwaltung als Eigenthum überliess. Für die Regulirung der Stromspaltung hätte es wohl eines umfassenden Generalplans bedurft, aber dazu mangelte es ebenso sehr an erforderlichen technischen Unterlagen, Situationsplänen, Nivellements, Wassermengenbestimmungen u. s. w., wie an dem nothwendigen Gelde zur Durchführung des Planes. Auch als im Jahre 1880 an die Lösung der Frage herangetreten werden konnte, waren diese Unterlagen nicht vorhanden, aber die Klagen der Schiffer und verschiedene Unglücksfälle forderten dringend ein schleuniges Vorgehen. Die Schwierigkeit lag hier darin, dass im Hauptarme, der allein für die durchgehende Schiffahrt benutzbar war, neben Kesselheim zwei Kiesbänke neben einander lagen, am linken Ufer der „Kesselheimer Grund", am rechten Ufer die „Pumpe". Besonders die letztere war der Schiffahrt äusserst hinderlich. Auf ihre Beseitigung durch Baggerung gingen die ersten Arbeiten daher hauptsächlich hinaus.

Der Kesselheimer Grund wurde mittels zwölf Buhnen an das linke Ufer angeschlossen, die durch Baggerung der „Pumpe“ gewonnenen Bodenmassen wurden, soweit sie nicht zu diesen Buhnen gebraucht wurden, zur Ausbauung des rechten Ufers neben derselben verwendet. Als Strombreite wurde bei Kesselheim das Maass von 250 m angenommen, das sich nach oben und unten hin allmählich auf 280 m erweiterte. Die Kosten dieser Arbeiten betrugen 130098,43 Mark.

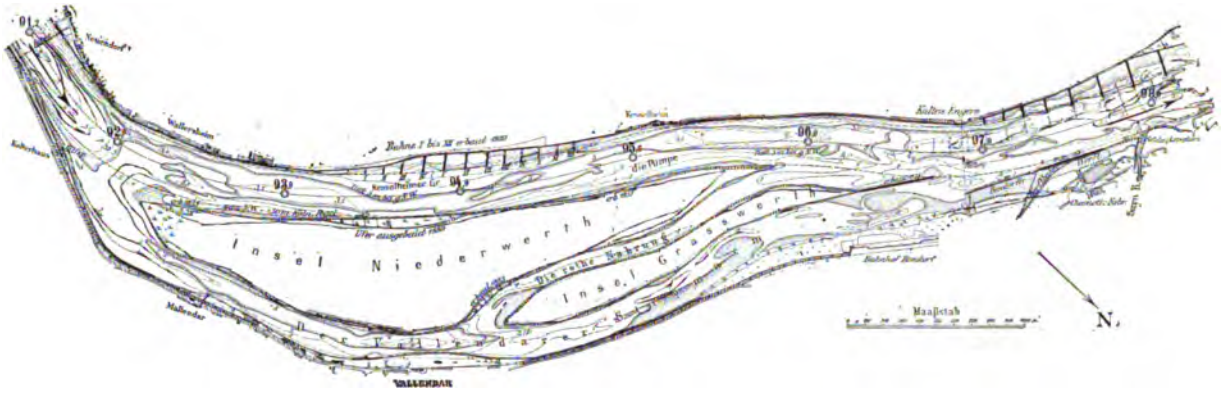


Abb. 75. Die Vallendarer Stromspaltung unterhalb Coblenz im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1895.

Seitdem sind hier wesentliche Arbeiten nicht ausgeführt worden. Da ein dringendes Bedürfniss nicht vorlag, sich vielmehr durch wiederholte Baggerung am oberen Einlauf eine ausreichende Fahrtiefe aufrecht erhalten liess, sind alle Entwürfe und grossen Pläne zur endgültigen Regulirung mit Rücksicht auf die hohen Kosten, die zu ihrer Ausführung erforderlich gewesen wären, zurückgestellt worden. Nur im Jahre 1883 ist noch in dem oberen Einlauf der rothen Nehrung

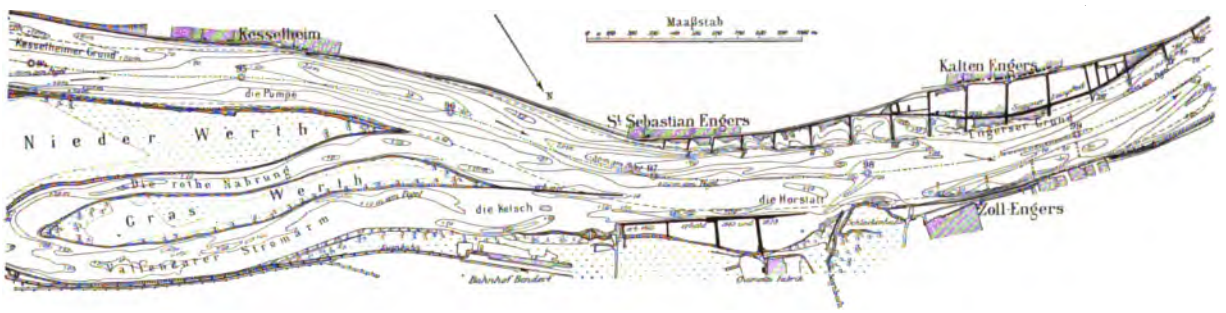


Abb. 76. Die Regulirung am Kesselheimer Grund und bei Engers im Jahre 1880.

das linke Ufer durch ein Deckwerk befestigt worden, da bei weiterer Ausdehnung dieses vom grossen Hochwasser 1882/83 hervorgerufenen Abbruchs sich die Vertheilung der Wassermassen in einer für den Hauptarm nachtheiligen Weise zu ändern drohte. Die Kosten dieser Uferdeckung betrugen 24911,68 Mark (vergl. Abb. 75).

2. Ein langjähriges Arbeitsfeld der Stromregulirung liegt dagegen am unteren Ende der Vallendarer Stromspaltung **zwischen St. Sebastian Engers und Kaltenengers am linken und zwischen Bendorf und Zoll Engers am rechten Ufer.** Die Kiesbank „Horstatt“ am rechten und der „Engerser Grund“ am linken Ufer waren ausgedehnte Mittelfelder, die bei

niedrigen Wasserständen inselförmig im Strome lagen. Das Fahrwasser ging hauptsächlich zwischen beiden Kiesbänken von St. Sebastian Engers am linken auf Zoll Engers am rechten Ufer zu. Indessen war auch der an Kaltenengers entlang um den Engerser Grund sich herumziehende Stromarm und besonders der vor Bendorf die Horstatt umströmende Arm bei mittleren Wasserständen für kleine Fahrzeuge schiffbar. Schon im Jahre 1849 war die Regulirung auf

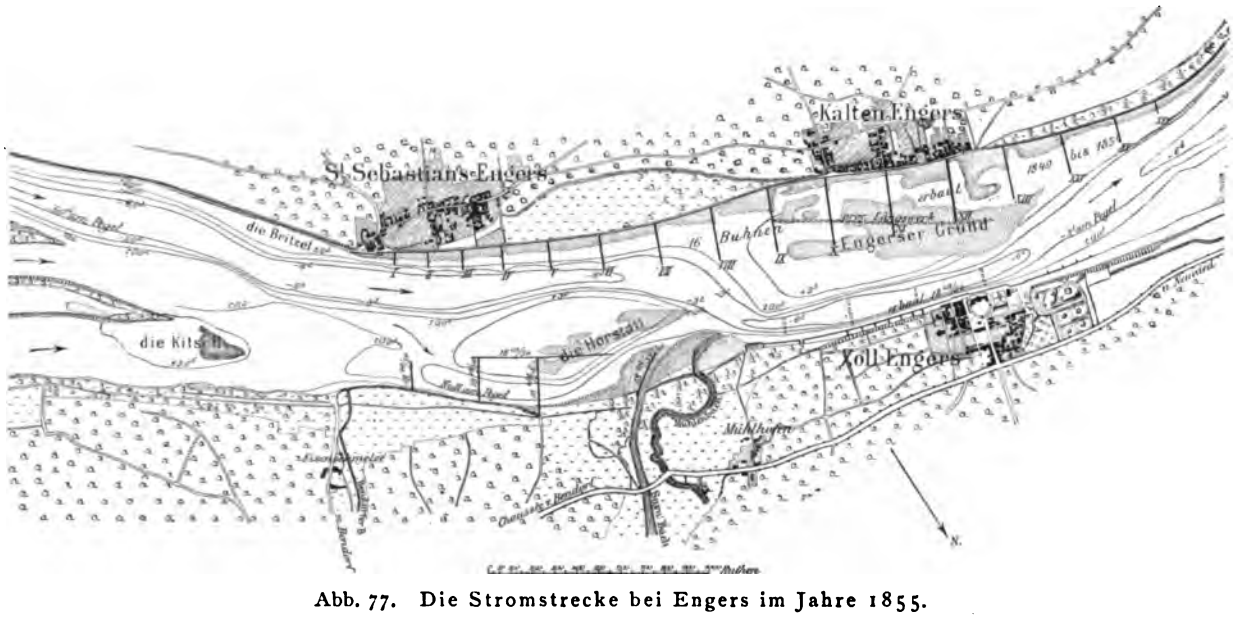


Abb. 77. Die Stromstrecke bei Engers im Jahre 1855.

Grund eines Gesammtplanes in Angriff genommen und bis zum Jahre 1854 so weit gefördert, dass der Engerser Grund mittels 16 Buhnen an das linke Ufer, die Horstatt mit vier Buhnen und einem 490 m langen Parallelwerke an das rechte Ufer angeschlossen und in der Bucht vor Zoll Engers das Ufer durch ein Deckwerk befestigt war. Die Coupirung des an Kaltenengers vorüberführenden Stromarmes hatte dabei grosse Schwierigkeiten geboten, die nur durch Errichtung eines provisorischen Längsdammes oberhalb derselben behoben worden waren. Die tiefe Stromrinne vor Zoll Engers war dabei mit vier Grundschwellen, deren Krone auf — 7′ (2,20 m) am Pegel lag, nach dem Ufer von Zoll Engers zu aber bis auf — 3′ (0,90 m) am Pegel anstieg, verbaut worden. Die Krone der Grundschwellen war 12′ (3,80 m) breit, die Böschungen waren zweifach; als Material war Steinschüttung angenommen, jedoch mit der Maassgabe, dass die einzelnen Steinblöcke nicht unter einem Centner wogen. Der Abstand der Grundschwellen betrug 60 bis 90 Ruthen (226 bis 339 m). In das Deckwerk an Zoll Engers entlang wurden buhnenartige Steinrippen in 19 m Abstand von einander eingelegt, und in dem dazwischen erzeugten Stauwasser die Anschüttung desselben bewirkt (76000,06 Mark). Die Strombreite war bei Zoll Engers zunächst nur auf 95 Ruthen (358 m) eingeschränkt. Eine wesentliche Wirkung war nicht erreicht. Erst als im Jahre 1855 diese Breite durch Verlängerung der in Höhe von

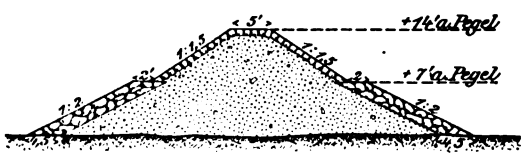


Abb. 78. Querschnitt des Parallelwerks am unteren Ende des Graswerths (erb. 1871).

+ 8′ (2,50 m) am Pegel liegenden Buhnen bis auf 80 Ruthen (301 m) vor St. Sebastian Engers und auf 70 Ruthen (264 m) vor Zoll Engers eingeschränkt und der die Buhnen durchschneidende, parallelwerkähnliche Sommerleinpfad in Höhe von + 12′ (3,80 m) am Pegel erbaut wurde (60272,32 Mark), kam der Engerser Grund in Bewegung und trieb grösstentheils ab. Durch diesen Abtrieb wurde dann die untere Strecke in Mitleidenschaft gezogen und musste das Buhnensystem des linken Ufers im Jahre 1858 noch um zwei neue Buhnen vervollständigt werden (15000,56 Mark), vergl. Abb. 77 und 76.

Auf die Horstatt übten die Werke indess immer noch keinen merkbaren Einfluss aus. Diese am Zusammenfluss der drei Stromarme der Vallendarer Spaltung gelegene Kiesbank blieb nicht nur unverändert, sondern verlängerte sich noch stromabwärts. Dabei hatte die Verbauung des alten Stromarmes vor Bendorf der Industrie des Saynthales und Bendorfs die frühere Verbindung mit dem Wasser beschränkt und lebhafte Proteste seitens der Gemeinde hervorgerufen. Im Jahre 1865 wurden zur Behebung dieser Uebelstände daher zunächst die Buhnen und das Parallelwerk vor Bendorf von + 8′ am Pegel auf + 16′ (5 m) am Pegel erhöht und eine neue Buhne in gleicher Höhe erbaut, die zugleich als Zufuhrweg zum Rhein dienen sollte, wobei das zu diesen Bauten erforderliche Material am stromseitigen Abhang der Horstatt gebaggert wurde (33294,51 Mark). Im Jahre 1871 wurde zwar, um die Horstatt mehr dem Stromangriff auszusetzen, am unteren Ende des Graswerths ein 660 m langes Richtwerk in Höhe von + 14′ (4,40 m) am Pegel erbaut (34250,94 Mark) und im Jahre 1873 sämmtliche Intervalle der Buhnen vor Bendorf durch ein Parallelwerk in Höhe von 14′ (4,40 m) am Pegel geschlossen, wobei nur eine Oeffnung von 35 m frei blieb (22226,06 Mark). Beim Hochwasser 1876 brach dieses Parallelwerk durch und wurde bei Wiederherstellung etwas verstärkt (12999,95 Mark). Die Horstatt war indessen immer noch da, wenn sie auch der Schiffahrt nicht mehr in dem Maasse hinderlich war wie früher. Dagegen hatten im Fahrwasser neben der Horstatt die Tiefen mehr und mehr zugenommen. Auch der Engers'sche Grund war nicht vollständig abgetrieben. Die Strombefahrung vom November 1879 registrirt in dieser Hinsicht: „Noch immer will der Engers'sche Grund nicht weichen, obwohl der Kies mit der Kratzmaschine fortwährend gelockert wird. Da derselbe schon mehrfach Veranlassung

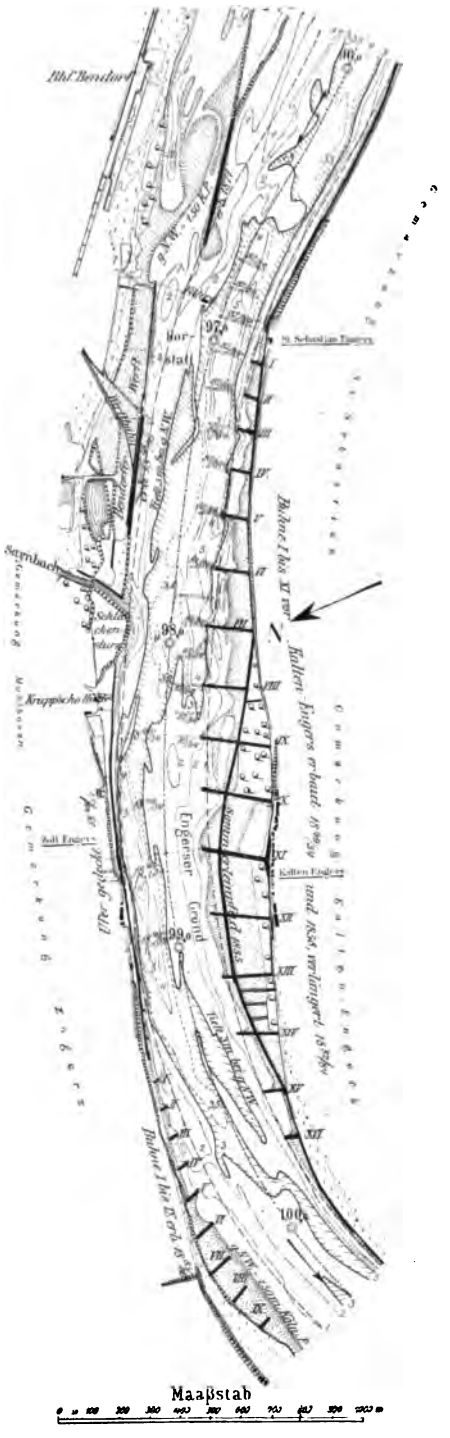


Abb. 79. Der Rhein bei Bendorf und Engers im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1895.

zum Stranden der Schiffe war und es kein anderes Mittel zur Beseitigung desselben giebt, als ihn wegzubaggern, so ist nunmehr sobald als möglich hierzu zu schreiten.“ Dementsprechend wurde in den Jahren 1882 bis 1884 zunächst die Kiesrippe, die sich von der Horstatt zum Engers'schen Grund hinüberzog, in 160 m Breite bis auf — 1 m Coblenzer Pegel mittels Baggerung durchbrochen und die obere tiefe Rinne an der Horstatt entlang mittels zehn Grundschwellen, deren Krone auf — 2 m Coblenzer Pegel lag und 3 m breit war, verbaut. Die Böschung der Grundschwellen war stromauf einfach, stromab vierfach. Ausserdem wurden noch vier Grundschwellen zur Verbauung der alten Rinnen der Stromspaltung in grösserer Höhe angelegt. Im allgemeinen lagen die Grundschwellen vor den Köpfen der Buhnen und senkrecht zur Correctionslinie. Die Kosten dieser Arbeiten betrugen 122734,30 Mark. In den Jahren 1885 und 1886 wurden die Baggerungen fortgesetzt, um unterhalb St. Sebastian Engers das normale Fahrwasser auf 150 m Breite und oberhalb St. Sebastian auf 140 m Breite zu erweitern, wobei das Material zur Verfüllung der linksseitigen Buhnenintervalle unterhalb St. Sebastian verwendet wurde. Die Kosten betrugen 106517,56 Mark. In den Jahren 1898 und 1899 hat dann die Gemeinde Bendorf auf ihre Kosten

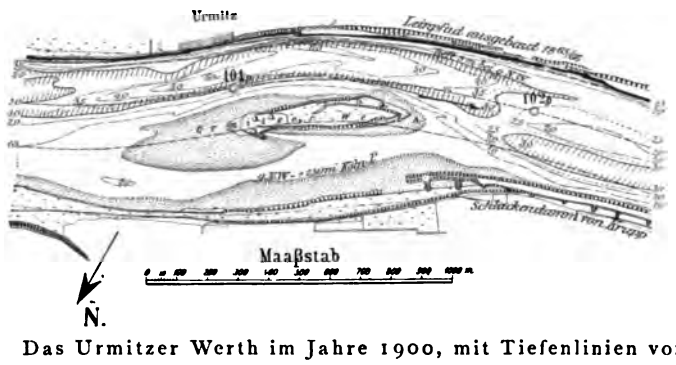


Abb. 80. Das Urmitzer Werth im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1895.

die Intervalle der Buhnen am rechten Ufer oberhalb Zoll Engers ausgeschüttet und eine Werft mit Eisenbahnanschluss errichtet, wobei an der Werft entlang durch die alte Horstatt ein Canal von 30 m Breite in normaler Fahrtiefe mittels Baggerung durchgebrochen wurde, so dass von der alten Horstatt nur noch ein inselförmiger Rest verblieben ist, auf dessen Beseitigung demnächst hinzuwirken sein wird. Im grossen und ganzen sind mit diesen Arbeiten die Verhältnisse wesentlich gebessert, wenn es auch in der Natur der Sache liegt, dass aus der Stromspaltung von oberhalb her und aus der weit vorspringenden Schlackenhalde des Krupp'schen Werkes erschwerende Umstände für die Erhaltung der Tiefen sich herleiten (vergl. Abb. 79).

Unterhalb Engers wurde am rechten Ufer die weit zurückspringende Bucht im Jahre 1885 und 1886 mittels neun Buhnen unter Aufwendung von 14780,56 Mark bis zur Correctionslinie ausgebaut.

3. Die demnächst folgende Strecke **von Urmitz bis Neuwied** beginnt mit der Stromspaltung des Urmitzer Werths und endigt mit derjenigen des Weissenthurmer Werths. Zwischen beiden Stromspaltungen lag der „Jägergrund“, auf dem es bei Niedrigwasser an ausreichender Fahrtiefe mangelte. In den früheren Jahren hatten die Arbeiten sich hier auf den Uferschutz beschränkt. So war im Jahre 1852 das rechtsseitige Ufer zwischen Engers und Neuwied an den Grundstücken des Fürsten von Neuwied gemeinschaftlich mit diesem gedeckt worden (2550 Mark), im Jahre 1853 das linke Rheinufer oberhalb Weissenthurm in 1087 m Länge zur

Erhaltung des Leinpfades ausgebaut (10500,20 Mark), im Jahre 1856 das linke Rheinufer unterhalb Weissenthurm (12890,28 Mark), im Jahre 1865 und 1866 der Leinpfad am linken Ufer unterhalb Urmitz befestigt worden (14998,64 Mark und 15000,55 Mark). Der Herstellung ausreichender Fahrtiefen war hierdurch aber nur wenig geholfen. Sollte das in der Denkschrift von 1879 aufgestellte Regulirungsziel erreicht werden, bedurfte es umfassender Maassnahmen. Zunächst war die Frage zu lösen, ob die beiden Stromspaltungen beibehalten werden sollten. Für das Urmitzer Werth bestanden in dieser Hinsicht Zweifel, so dass von einem Ausbau dieser Stromspaltung bisher Abstand genommen ist. Die Arbeiten haben sich hier darauf beschränkt, den linken Stromarm zum Hauptarm auszubilden und ihn zur Aufnahme der vollen Schiffahrt zu befähigen. Der rechte Arm sollte als Flutharm dienen und wurde auf die Ausbildung der Tiefen in ihm kein Werth gelegt. Thatsächlich liegt der rechte Arm bei sehr niedrigem Wasser jetzt nahezu trocken (Abb. 80).

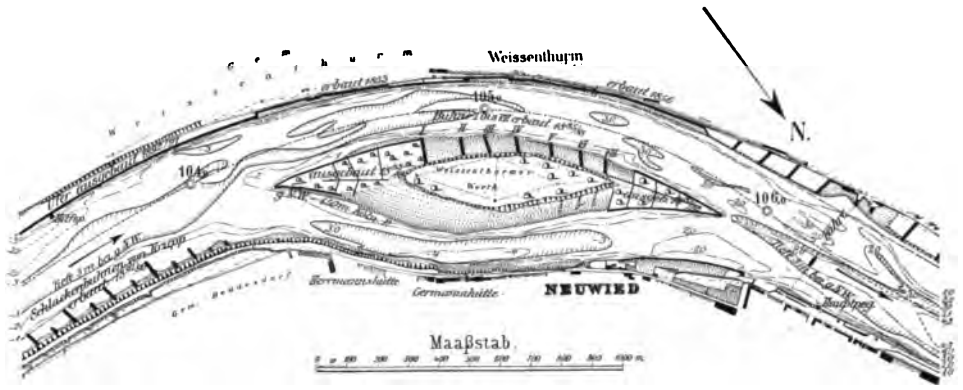


Abb. 81. Das Weissenthurmer Werth im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1895.

Anders lagen die Verhältnisse am Weissenthurmer Werth. Dem Stromlaufe nach musste der linke Arm als Hauptarm gelten, im rechten Arme hatte sich aber die grössere Tiefe ausgebildet und der fortschreitende Abbruch seiner Ufer liess eine weitere Ausbildung dieses Stromarmes befürchten. Die Schiffahrt ging vorzugsweise durch den rechten Arm, zumal die Durchfahrt durch den linken Arm je nach Lage der Neuwieder Gierponte unerwartete Hindernisse finden konnte. Am rechten Arme lagen überdies mehrere grosse Fabriken, denen der Zugang zum Rhein nicht abgeschnitten werden durfte. Neben diesen sachlichen Gründen walteten auch Rücksichten auf die Erhaltung der landschaftlichen Schönheit vor, so dass die Erhaltung der Stromspaltung bei Weissenthurm beschlossen wurde. Der Ausbau derselben erfolgte in den Jahren 1885 bis 1888. Der linke Stromarm wurde auf 165 m Breite bemessen und in ihm eine Fahrrinne von 100 m Breite bis auf — 1 m Coblenzer Pegel ausgebaggert. Im rechten Arme wurde eine 90 m breite Fahrrinne in gleicher Tiefe gebaggert. Die gewonnenen Bodenmassen wurden zur Aufhöhung der oberen und unteren Spitze des Weissenthurmer Werths und zur Schüttung von sieben Buhnen am Hauptarme verwendet. Die Kosten dieses Ausbaues betrugen 284145,53 Mark (vergl. Abb. 81).

Der zwischen dem Urmitzer und Weissenthurmer Werth gelegene „Jägergrund“ wurde zusammen mit der bei Kesselheim am oberen Ende der Vallendarer Stromspaltung liegenden Kiesschwelle in den Jahren 1890 und 1891 durch Baggerung aufgeräumt unter Aufwendung von

61 588,01 Mark. Diese Arbeiten reichten für die Regulirung der Strecke Urmitz—Neuwied indessen bei weitem nicht hin. Im Jahre 1892 wurde daher die Vertiefung dieser Strecke in voller Länge in Angriff genommen, wobei die gewonnenen Baggermassen zum Ausbau des abbrüchigen linken Ufers verwendet wurden. Am rechten Ufer wurde der Krupp'schen Hüttenverwaltung die Ablagerung von Schlacken gestattet, ihr dabei jedoch eine bestimmte Grenzlinie am Strome vorgeschrieben und die Verpflichtung zur Anlage eines vollständigen Buhnensystems am rechten Ufer entlang, ebenfalls aus Schlacken ihrer Hochöfen, auferlegt. Die Gesammtkosten der von 1892 bis 1897 sich hinziehenden Arbeiten zur Herstellung ausreichender Fahrtiefe zwischen Urmitz und Neuwied haben 387934,29 Mark betragen, wovon allein 318050 Mark auf Baggerungen entfielen.

4. **Unterhalb Neuwied** wird das Gefälle geringer, sodass es hier besonderer Arbeiten nicht bedurft hat. Fahrtiefen und Breiten waren ausreichend vorhanden. Die einzigen Arbeiten, die hier ausgeführt worden sind, beschränkten sich auf den Ausbau des Leinpfades im Jahre 1852 unterhalb Irlich (3419,89 Mark), im Jahre 1853 zwischen Irlich und Fahr (4023,51 Mark) und im Jahre 1855 am linken Ufer unterhalb der Leinpfadsbrücke über die Nettemündung (3593,39 Mark).

IV. Die Stromstrecke von Andernach bis Bonn.

Abweichend von der oberhalb Coblenz gelegenen Gebirgsformation des rheinischen Schiefergebirges, sind die Berge, welche zwischen Andernach und Bonn vielfach nahe an das Strombett herantreten, vulkanischer Natur. Der Grundstock fast aller dieser Berge besteht aus Basalt in der Form, wie er an der Erpeler Ley vom Rhein aus deutlich erkennbar ist. Bei der Bedeutung, die dem Basalt mehr und mehr für Strassenbauzwecke und Uferdeckungen in neuerer Zeit zugefallen ist, hat sich hier eine nicht unbedeutende Industrie der Basaltgewinnung entwickelt. Eine Reihe von Steinlagerplätzen liegt unmittelbar am Strome.

Die hydrographische Beschaffenheit von Andernach bis Rolandseck ähnelt derjenigen oberhalb Coblenz. Auch hier ist das Gefälle des Rheins auf der oberen Hälfte bis Linz hin wesentlich stärker als auf der unteren von Linz bis Rolandseck. Im Durchschnitt beträgt dasselbe von Andernach bis Linz 1:4350, von Linz bis Rolandseck 1:9850 (vergl. Abb. 82). Die Stromspaltung am Nonnenwerth und Grafenwerth hat in gleicher Weise wie die Dreitheilung bei Vallendar zur Bildung einer Barre Anlass gegeben, die den Wasserspiegel um rund 1 m über seine natürliche Durchschnittslage gehoben hat. Von Königswinter bis Bonn ist dann das Gefälle und die Höhenlage des Wasserspiegels normal.

Die Sohle des Rheins besteht oberhalb Linz vielfach aus Felsen, so am krummen Werth bei Andernach und am Hammersteiner Werth. Zwischen Niederbreisig und Linz besteht die Sohle aus einer nagelfluhartigen Masse, die der Strömung voll widersteht und selbst für eiserne Visitirstangen so schwer durchdringlich ist, dass man vermuthen möchte, der Trass des Brohlthales habe sich hier auf der Sohle des Rheins ausgebreitet und sei mit der Zeit erhärtet. Bei Linz liegen viele grosse Steine im Strombett, die vermuthlich von der Ahr zugebracht sind. Unterhalb Linz besteht, ausser bei Remagen und Unkel gegenüber, wo der Strom sich hart an die hohen Berge anlehnt, die Sohle im allgemeinen aus Geröll und Kies, der insbesondere bei Oberwinter und Rhöndorf sich in Form mächtiger Bänke angesammelt hat.

Aus dieser Beschaffenheit der Stromsohle geht schon hervor, an welchen Stellen die Regulirung des Stromes, so lange sie von einem Ausgleich des Gefälles absah und sich auf Behebung örtlicher Schwierigkeiten beschränkte, zunächst beginnen musste. Der felsige Untergrund am krummen Werth und am Hammersteiner Werth hatte zu Stromspaltungen geführt. Da der Strom hier leichter seine aus Kies und Sand angeschwemmten Ufer hatte angreifen und abbrechen können als seine felsige Sohle, so waren die Strombreiten übergross geworden.

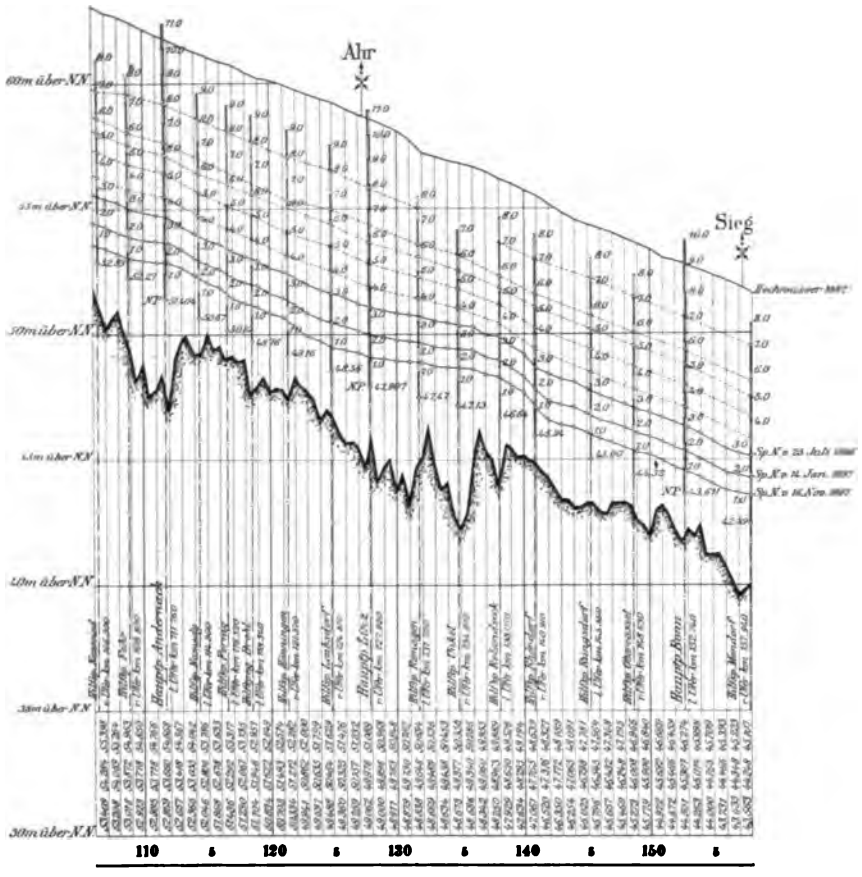


Abb. 82. Längenschnitt des Rheins von Andernach bis Bonn
(mit Darstellung der mittleren Sohlenhöhe bei gemitteltem Niedrigwasser).

1. **Am krummen Werth** verfolgte der Hauptstrom den rechten Arm und hatte der am linken Ufer anstehenden Felsen wegen hauptsächlich das rechte Ufer an Leutesdorf entlang in Abbruch versetzt. Bei niedrigen Wasserständen lag die Fahrstrasse sogar dicht am rechten Ufer, obwohl dasselbe convex war. Der linke Stromarm war dagegen schmal und flach. Der Leinpfad, der sonst im allgemeinen am linken Ufer lag, musste daher von Andernach bis unterhalb Leutesdorf auf das rechte Ufer übergehen. Hieraus erklären sich die Arbeiten, die zur Herstellung eines Leinpfades am Dorfe Leutesdorf entlang im Jahre 1851 (7032,77 Mark) und unterhalb Leutesdorf im Jahre 1852 (5117,35 Mark) am rechten Ufer unternommen wurden. Mitte der fünfziger Jahre wurde der linke Stromarm auch zur Gewinnung eines Sicherheitshafens in Aussicht genommen, wobei er mit einem oberhalb Andernach im linken Vorlande auszu-

hebenden Hafenbecken und der Verbauung der Brohler Bucht in Concurrenz stand. Diese Erwägungen zogen sich bis Ende der sechziger Jahre hin, wo die Frage zu gunsten der Brohler Bucht entschieden wurde. Inzwischen war die obere Spitze des krummen Werths im Jahre 1852 gegen weiteren Abbruch befestigt worden (5117,35 Mark). Im Jahre 1872 wurde dann die Regulirung auch dieser Strecke in Angriff genommen. Der linke Arm wurde vollständig coupirt und der Leinpfad in Höhe von + 5 m Andernacher Pegel an dem krummen Werth entlang geführt (74913,36 Mark). An beiden Ufern wurden Buhnen angelegt, die, zum Theil aus Neuwieder Schlacken geschüttet, den Strom auf 250 m Breite einschränkten. Am rechten Ufer wurden vier Buhnen erbaut. Vor Leutesdorf wurde das Ufer zur Gewinnung eines Werftplatzes voll ausgeschüttet (52470,34 Mark), am linken Ufer wurden zehn Buhnen errichtet (93796,09 Mark). Im Jahre 1876 erlitten die im Bau befindlichen Werke nicht unerhebliche Beschädigungen. Sowohl die Buhnen (14999,10 Mark) als auch der Leinpfad (3995,45 Mark) erforderten besondere Mittel, 1877 waren diese Arbeiten beendet. Im Jahre 1880 und 1881 wurde der Leinpfad von Leutesdorf um 1 m auf + 5,50 m Andernacher Pegel aufgehöht. Die Kosten dieser Arbeiten betrugen 14975,16 Mark. Von 1881 bis 1882 wurden unterhalb Leutesdorf in Ergänzung der früheren vier Buhnen noch zwei Buhnen erbaut unter Aufwendung von 8021,79 Mark (vergl. Abb. 83).

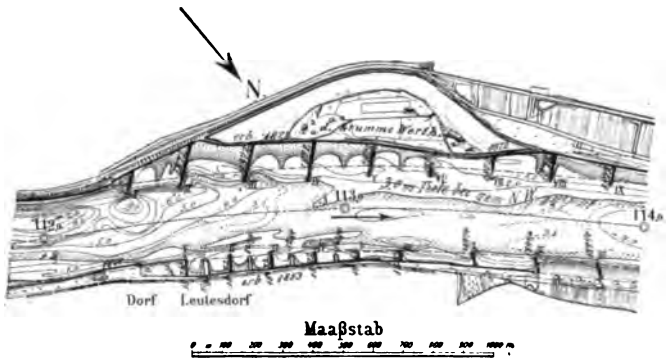


Abb. 83. Die Stromstrecke am krummen Werth im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1895.

Diese auf Einschränkung der Strombreite berechneten Maassnahmen reichten indess nicht aus, um die Kiesbank, die sich während des Bestehens der Stromspaltung gebildet hatte und in Höhe von Null am Andernacher Pegel vom linken Ufer aus bis zur Mitte des Stromes vortrat, zum Abtrieb zu bringen. Es musste daher von 1882 bis 1884 eine auf — 1 m Andernacher Pegel gelegte Fahrrinne von 150 m Breite durch Baggerung künstlich hergestellt werden. Das geförderte Baggermaterial wurde zur Ausfüllung des obersten Buhnenintervalls vor Leutesdorf und zur Herstellung von Zwischenwerken am rechten und linken Ufer verwendet. Die Ausführungskosten betrugen 43986,30 Mark. Soweit sich bis jetzt übersehen lässt, steht zu hoffen, dass die mit diesen Arbeiten hergestellte Fahrrinne sich dauernd erhalten wird.

2. Die **Regulirung am Hammersteiner Werth** ist erst im Herbste 1891 begonnen worden. Lange Erwägungen gingen auch hier den Arbeiten voran, ob es möglich sein würde, die ihrer landschaftlichen Schönheit wegen bekannte Insel dem Rheinthale zu erhalten. Sie lag mitten im Rhein und hatte bei Hochwasser und Eisgang den vollen Anprall der Wasser- und Eismassen auszuhalten. Da sie in ihren höchsten Theilen nur auf + 7,50 m am Pegel liegt, wäre sie wohl auch schon längst dem Strome zum Opfer gefallen, wenn nicht eine glückliche Gestaltung der felsigen Sohle sie davor bewahrt hätte. Dagegen lagen ihre höher gelegenen Theile im Abbruch. Vorschläge, die auf eine künstliche Verlegung der Insel stromauf nach dem rechten Ufer zu gerichtet waren, drangen nicht durch. Nach den verhältnissmässig günstigen Erfahrungen, die beim Ausbau des Weissenthurmer Werths gemacht waren, trat man vielmehr auch hier einer systematischen Ausbildung der Stromspaltung näher. Der linke Stromarm, in dem die Schiff-

fahrtsrinne seither sich befand, wurde durch Baggerung in 150 m Breite auf — 0,80 m Andernacher Pegel erweitert. Im ganzen wurden 196580 cbm Kies gebaggert. Davon wurden 64700 cbm zu Anschüttungen an der Insel, 107000 cbm zu Anschüttungen am rechten Ufer oberhalb der Insel und der Rest zur Ausfüllung der Buhnenintervalle zwischen Buhne III und V vor Niederhammerstein eingebaut. Am rechten Ufer wurden oberhalb der Insel in Fortführung des vor Leutesdorf ausgebauten Ufers vier Buhnen und unterhalb der Insel vor Niederhammerstein sieben Buhnen erbaut. Der rechte Stromarm wurde durch sieben unter niedrigstem Wasserstande gelegene Grundschwellen gegen Ausspülung gesichert. Die Gesammtkosten betrugen 208029,50 Mark. Die Arbeiten waren im Jahre 1894 beendet (vergl. Abb. 84).

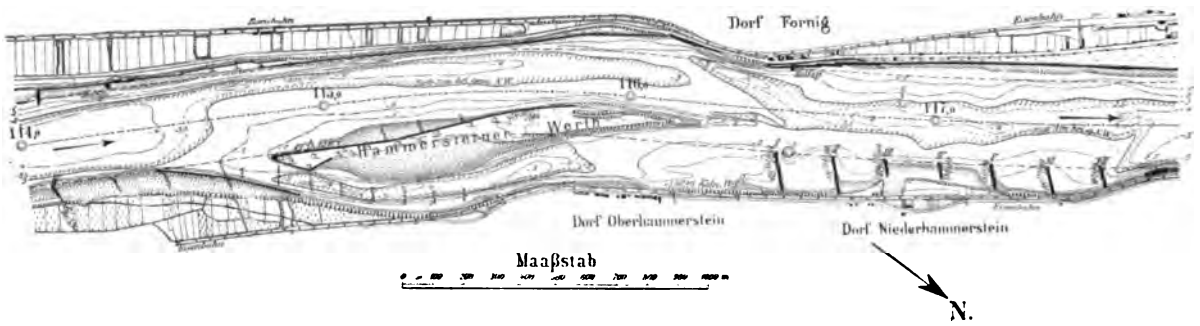


Abb. 84. Die Stromspaltung am Hammersteiner Werth im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1895.

3. Der Ausbau der **Bucht vor Brohl** war bereits im Jahre 1868 in Angriff genommen. Auch hier lag ein Mittelfeld im Strome, der „Brohler Grund", der den Strom bei Niedrigwasser in zwei Arme spaltete. Der aus Kies bestehende Grund war fest gelagert, so dass das linke Ufer

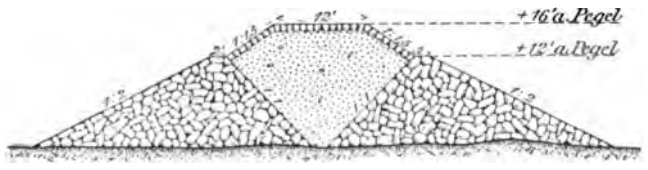


Abb. 85. Querschnitt des im Jahre 1868/69 erbauten Hafendammes vor Brohl.

vor Brohl mit der Zeit mehr und mehr zurückgewichen war. Diese Bucht mit Buhnen auszubauen, war unzulässig mit Rücksicht auf den lebhaften Schiffsverkehr, der von Brohl und dem an Tuffstein, Trass und Werksteinen reichen Brohlthale ausgeht. Auf dem Brohler Grund war im Jahre 1868 und 1869 daher ein 1000 m langes, ans obere Ufer anschliessendes Parallelwerk, dessen Krone bei 12' (3,80 m) Breite von + 16' Coblenzer Pegel (5 m) auf + 12' (3,80 m) Coblenzer Pegel abfiel, in Verlängerung des linken Ufers oberhalb Brohl erbaut worden (76387,14 Mark). Der zur Schüttung des Dammes erforderliche Kies wurde durch Baggerung in der zum Hafen bestimmten Bucht und auf dem Brohler Grund gewonnen. Im Jahre 1877 wurde der obere Theil des Hafendammes nebst anschliessender Traverse auf + 6 m erhöht und in der Mitte des Parallelwerks ein Wendeplatz eingerichtet, um das Parallelwerk ebenfalls zur Verladung benutzen zu können (16810,71 Mark). Da der Schiffsverkehr in dieser Hafenbucht wegen der zunehmenden Verladung von Trass bald einen lebhaften Aufschwung nahm, wurde im Jahre 1880 der Hafen in 50 m Breite auf — 1 m Andernacher Pegel vertieft und das Material

zur Verlängerung der Ladestrasse am linken Ufer bis zum oberen Ende des Hafens in Höhe von + 5,70 m Andernacher Pegel verwendet. Die Kosten dieser Ausführung betrugen 49311,41 Mark. Gleichzeitig wurde das linke Ufer unterhalb des Hafens zur Sicherung der Einfahrt bis zur Correctionslinie vorgeschoben. Anfänglich in Buhnen beabsichtigt, führte die günstige Gelegenheit, aus dem nahe gelegenen Seibertz'schen Steinbruchbetrieb ausreichenden Abraum zu erhalten, zur vollen Anschüttung der Fläche bis auf + 3,50 m Andernacher Pegel. Demnach theilt sich die Ausführung in zwei Theile. Die am Hafenmund hergestellte Schüttung rührt aus Baggerungen im Brohler Hafen, die untere bis zum Vinxtbache reichende Schüttung besteht aus Steinschutt des benachbarten Steinbruches und in der Uferlinie aus Baggerungen in der Mündung des Brohler Hafens. Das Hochwasser 1882/83 hatte auf der oberen Schuttfläche einige Auskolkungen verursacht, weshalb das Kronenpflaster an der Uferbefestigung entlang auf 5 m verbreitert wurde. Die Arbeiten wurden im Jahre 1883 vollendet und erforderten eine Kostensumme von 121916,32 Mark (vergl. Abb. 86).

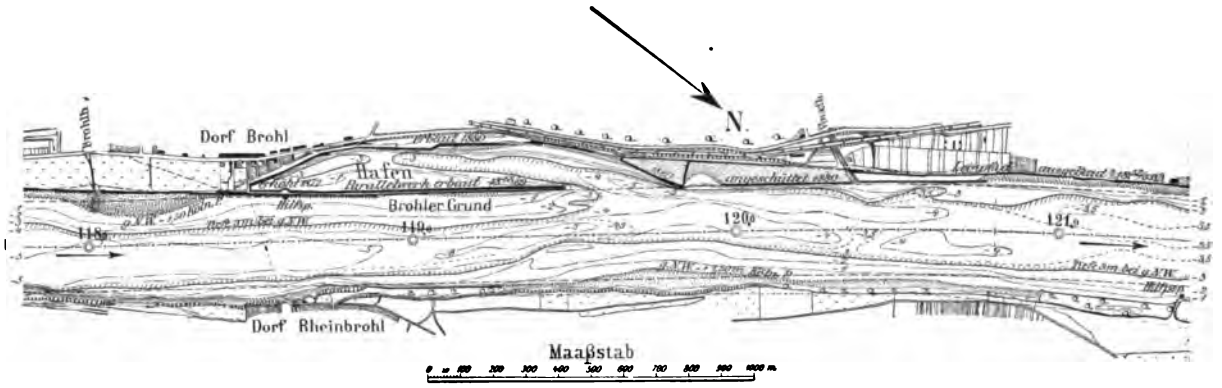


Abb. 86. Die Stromstrecke bei Brohl im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1895.

4. **Vom Vinxtbache abwärts** bis zum letzten Wohnhause in Niederbreisig war der Leinpfad am linken Ufer theils im Jahre 1852 (5974,47 Mark), theils 1853 (6298,14 Mark) und theils 1855 (9596,88 Mark) in ganzer Länge + 16' (5 m) am Pegel hergestellt worden.

Von Niederbreisig bis zur Ahrmündung, d. h. in 4 km Länge, sind wesentliche Neubauten nicht ausgeführt worden.

5. Dagegen hat die **Mündung der Ahr** früher grosse Schwierigkeiten bereitet und eine Reihe grösserer Bauausführungen erfordert. Die Ahr mündete früher in drei Armen fast unter rechtem Winkel in den Rhein. Ueber diese drei Arme war im Jahre 1841 der Leinpfad in 16' Höhe mittels drei hölzerner Brücken von 132' (41,40 m), bezw. 174' (54,50 m), bezw. 60' (18,80 m) Weite fortgeführt. Der obere Arm war dann, nachdem die darüber führende hölzerne Brücke vom Eise und Hochwasser zerstört war, geschlossen worden. An der Mündung dieser Arme hatte sich eine bis zu 10' (3 m) am Pegel reichende Kiesbank vorgeschoben und bei jedem Hochwasser der Ahr sich weiter ausgedehnt. Der Rhein war durch sie auf die Hälfte seiner Breite eingeengt und hatte, da er des gegenüber liegenden felsigen Ufers wegen nicht ausweichen konnte, grosse Tiefen bis zu — 11,60 m am Pegel ausgespült. Bei hohem Wasser hatte auch das linke Ufer vor Kripp erhöhten Anfall zu erleiden und brach mehr und mehr ab. Diesem letzteren Uebelstande wurde im Jahre 1851 durch Ausbau des Leinpfades vor Kripp entgegen getreten (7273,67 Mark). Im Jahre 1855 begann man aber auch der Regulirung der

Ahrmündung näher zu treten. Der Ahr wurde künstlich ein neues 565 m langes Strombett mit 9 Ruthen (33,90 m) Sohlenbreite unter Anlehnung an das stromab gelegene Hochufer in spitzem Winkel zum Rhein gegraben, über diese neue Mündung eine 226' (71 m) lange Brücke für den Leinpfad mit massiven Widerlagern und hölzernem Oberbau erbaut und der Leinpfad in Höhe von 16' (5 m) Coblenzer Pegel und mit 12' (3,80 m) Kronenbreite bis zum Anschluss an den alten Leinpfad hergestellt (37834,98 Mark). Im Jahre 1856 und 1857 wurde das linke Rheinufer oberhalb und unterhalb der Ahrmündung bis auf 75 Ruthen (282 m) vom rechten Ufer durch den Bau von 18 Buhnen, deren Kopf auf + 11' (3,50 m) Linzer Pegel und deren Wurzel am Leinpfade auf + 16' (5 m) Linzer Pegel gelegt wurde, vorgeschoben. Davon liegen 13 Buhnen oberhalb und fünf Buhnen unterhalb der Ahrmündung. Der Abstand der Buhnen wurde auf 35 Ruthen (132 m) bemessen. Das an der Brücke befindliche Richtwerk an der Ahrmündung wurde um 94 m verlängert (24600,21 Mark).

Nach einer Abgrabung des linken Ufers im Jahre 1871 wurde dann im Jahre 1883 mit dem Bau von acht Grundschwellen vorgegangen, deren Krone auf —6 m Linzer Pegel gelegt wurde.

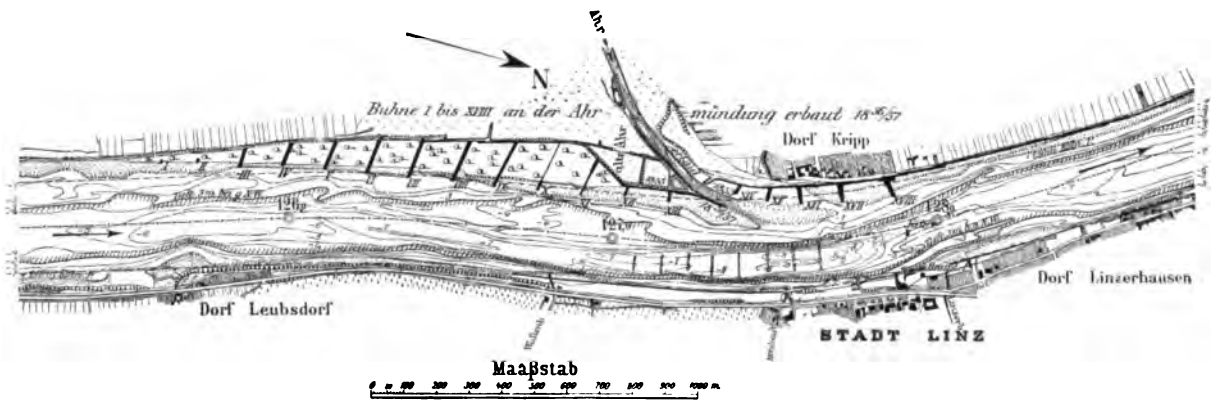


Abb. 87. Die Stromregulirung an der Ahrmündung bei Linz, Zustand im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1895.

Die Entfernung der Grundschwellen unter einander wurde auf 80 m bemessen, die Krone derselben sollte 4 m Breite erhalten. Die Kiesbank an der Ahrmündung wurde bis — 1 m am Pegel und bis auf 150 m vom rechten Ufer ab fortgebaggert und der vor dem Linzer Bach liegende Schuttkegel ebenfalls durch Baggerung beseitigt. Die gewonnenen Bodenmassen wurden zum Ausbau des rechten Ufers, zur Ausfüllung der am linken Ufer gelegenen Buhnenintervalle und vor dem Dorfe Kripp verwendet. Die Kosten betrugen 91962,26 Mark (vergl. Abb. 87).

Eine Beseitigung der Kiesbank vor der Ahrmündung bis auf 200 m vom rechten Ufer wurde im Jahre 1885 vorgenommen, wobei die mit einem Kostenaufwande von 26387,28 Mark gebaggerten 146596 cbm Kies zu dem Umbau der rechtsrheinischen Eisenbahn verwendet wurden.

Nachdem im Laufe der Zeit auch der Ahrfluss durch die Gemeinde einer Regulirung unterzogen worden ist, sind die Geschiebemassen der Ahr wesentlich geringer geworden, so dass seitdem keine wesentlichen Baggerungen mehr erforderlich gewesen sind, um den guten Zustand der Fahrrinne zu erhalten, wie er durch diese Bauten geschaffen worden ist.

6. Ein grosses Hinderniss bot sich der Schiffahrt früher bei **Oberwinter,** wo ebenfalls eine ausgedehnte alte Kiesbank mitten im Strome lag und bei Niedrigwasser zu einer Spaltung Anlass gegeben hatte. Aehnlich wie bei Brohl war auch hier das linke Ufer weit zurückgewichen,

so dass vor Oberwinter eine tiefe Bucht entstanden war. Da der Leinpfad auf dem linken Ufer lag, so war nach und nach dieses Ufer gedeckt worden, und es drohte nun auch das rechte Ufer, das stark in Abbruch lag, zurück zu weichen und die schon übergrosse Strombreite, sich noch zu vergrössern. Eine Befestigung des rechten Ufers war daher im Interesse der Schiffahrt geboten und wurde im Jahre 1853 vom Dorfe Unkel abwärts auf 760 m Länge bis zur Höhe von 10' (3,10 m) Coblenzer Pegel ausgeführt (8989,20 Mark). Daran anschliessend erfolgte

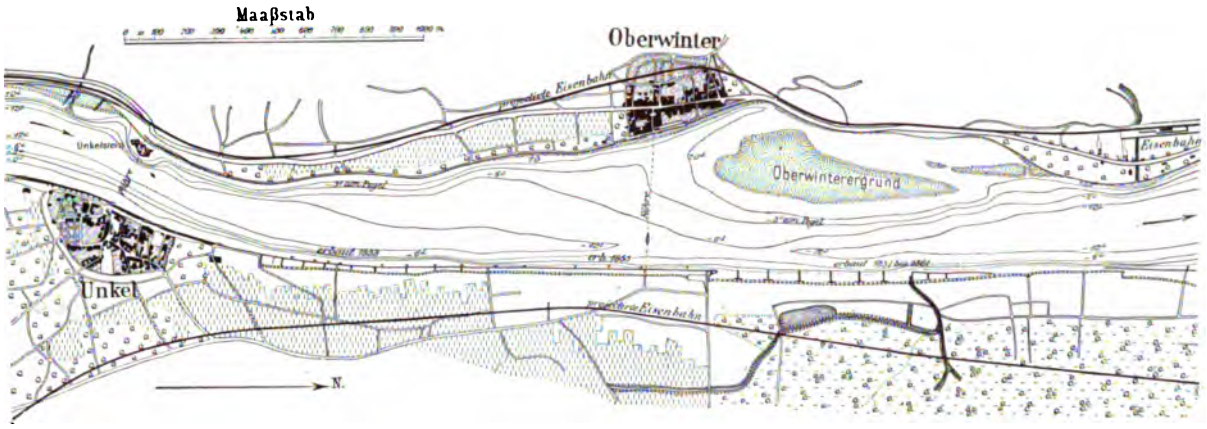


Abb. 88. Die Stromstrecke bei Oberwinter im Jahre 1855.

eine gleiche Befestigung des Ufers der Feldmark Scheuren im Jahre 1855 (2250,55 Mark) und von 1856 bis 1861 ein Ausbau des Ufers von der Scheuren-Rheinbreitbacher Grenze bis zur oberen Grafenwerther Coupirung mittels Deckwerk, das durch neun Traversen an das Ufer angeschlossen wurde, und durch acht Buhnen ebenfalls in Höhe von 10' Coblenzer Pegel (35996,28 Mark), vergl. Abb. 88.

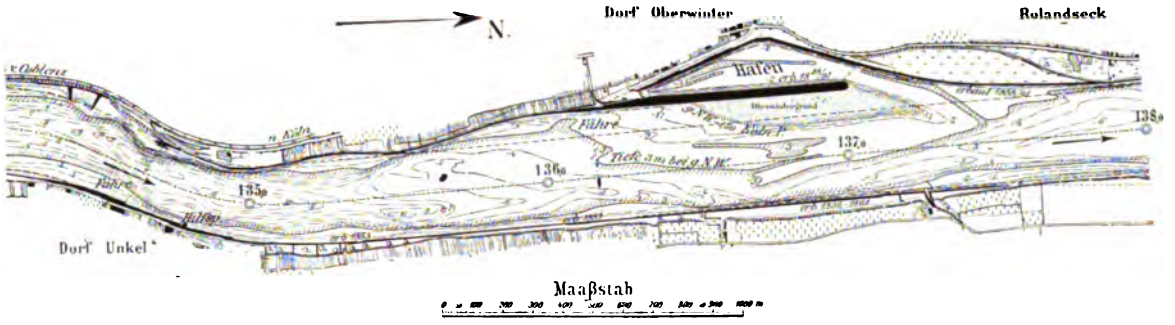


Abb. 89. Die Stromstrecke bei Oberwinter im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1895.

Einer Regulirung der Stromstrecke in demselben Sinne, wie solche bei Brohl erfolgte, war hier zunächst die Frage hinderlich, ob die Bucht von Oberwinter oder der alte Stromarm bei Honnef mehr zur Ausbildung eines Schutzhafens geeignet wäre, da es an einem sicheren Winterschutzhafen zwischen Coblenz und Cöln mangelte. Der erste Entwurf zu einem Hafen vor Honnef rührt vom Jahre 1856. Vergleichende Entwürfe und Berechnungen entschieden diese Frage endlich im Jahre 1887 zu gunsten von Oberwinter, da die Anlage eines Schutzhafens bei Honnef eine umfangreiche Abgrabung der Insel Gravenwerth bedingt hätte. Die am

linken Rheinufer bei Oberwinter vorhandene Bucht wurde von 1888 bis 1891 durch einen hochwasserfreien (+ 10 m Cölner Pegel), aus Kies angeschütteten und abgepflasterten Damm von rund 800 m Länge abgeschlossen und hierdurch ein Sicherheitshafen von etwa 5 ha Grösse gewonnen. Die Hafenfläche und die Einfahrt zum Hafen wurden bis auf — 1 m Cölner Pegel ausgebaggert. Um die untere Einfahrt in denselben gefahrlos zu gestalten, wurden die daselbst belegenen Felsbänke mittels eines Parallelwerks und fünf Traversen an das linke Ufer bei Rolandseck angeschlossen und die Intervalle mit Kies ausgefüllt. Die Arbeiten wurden in Generalunternehmung ausgeführt. (Die Ausführungskosten betrugen 509220,79 Mark und wurden aus Cap. 7 Tit. 10 bestritten, sowie aus Cap. 6 Tit. 6 des Etats.)

7. Bei Rolandseck beginnt die alte berühmte **Nonnenwerther Stromspaltung,** die sich bis zum Fusse des Drachenfelsens hinzieht und durch die Ungunst ihrer örtlichen Verhältnisse schon zu so vielen Klagen und Arbeiten Anlass gegeben hat. Ursprünglich theilte sich der Strom in drei Arme, indess wurde der rechte Stromarm, der an Honnef vorüberführte, bereits

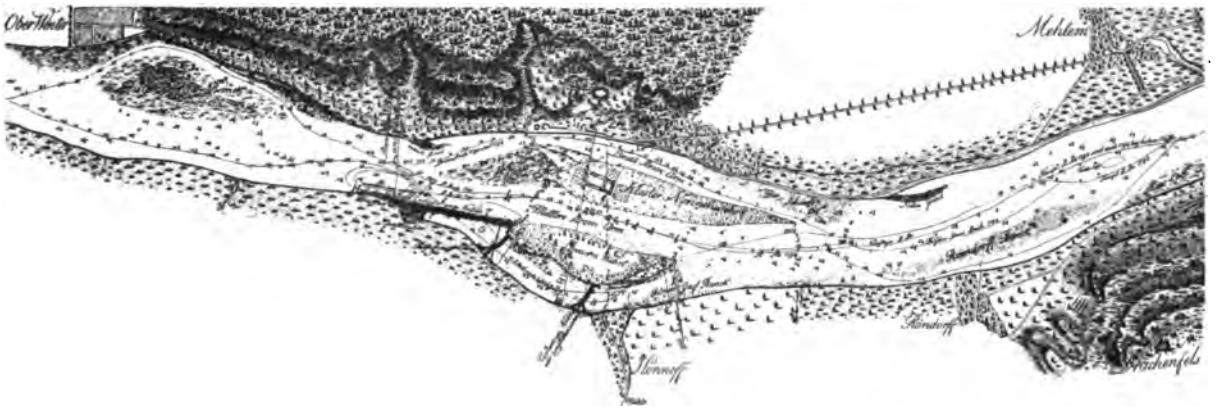


Abb. 90. Die Stromspaltung bei Nonnenwerth im Jahre 1798 (nach Wiebeking).

im Jahre 1790 von Wiebeking an der oberen Einmündung durch eine Coupirung geschlossen. Nach Wiebekings Mittheilungen war früher der mittlere Arm, der heute den Hauptstrom aufnimmt, am kleinsten. Bei mittlerem Wasserstande floss durch den mittleren Arm nur $^2/_3$ derjenigen Wassermenge, welche durch den rechtsseitigen Arm abfloss; sogar der linke Arm führte noch um $^1/_5$ mehr als der mittlere. Das Honnefer Ufer war stark im Abbruch, 1772 war der Krahn und ein Theil der Weingärten abgetrieben, die angelegten Buhnen und Bleeswerke wurden schnell zerstört, so dass bei abermaligem starken Abbruch im Jahre 1779 die Gemeinde Honnef die Coupirung des Honnefer Rheinarmes erflehte. Kaum war der Arm abgeschlossen worden, so ging im Honnefer Arme die Tiefe bei mittlerem Wasser von 6 m auf 4,50 m zurück, während die Tiefe im Hauptarme sich um 0,60 m steigerte und die untere Spitze von Nonnenwerth Abbruch erlitt. Bis 1804 hin war die Coupirung mehr und mehr abgelaufen, vielleicht auch absichtlich theilweise zerstört, so dass vor Honnef wieder neue Uferabbrüche begannen und Häuser in Gefahr geriethen. Im September 1817 wurde der rechte Arm daher abermals bei 7' (2,20 m) über den niedrigsten Wasserstand unter Freilassung einer Oeffnung von 100 m coupirt. Dabei hörte trotz fortgesetzter Uferdeckung aber der Abbruch vor Honnef nicht auf. Die Coupirung im rechten Arme wurde daher 1835 und 1836 abermals ganz geschlossen und mit

schweren Steinen abgedeckt. Damit begannen dann die Klagen wieder über Abnahme der Tiefen und verminderte Schiffbarkeit des Honnefer Arms, sowie die Beschwerden über Abbruch und Einrisse der Insel Nonnenwerth. Die Insel Nonnenwerth lag auf etwa + 20′ (6,30 m) am Pegel und hatte unter dem Hochwasser von 1845 sehr gelitten, so dass im Jahre 1852 die untere Inselspitze am mittleren Arme durch ein auf 8′ (2,50 m) am Pegel gelegtes Steinbankett

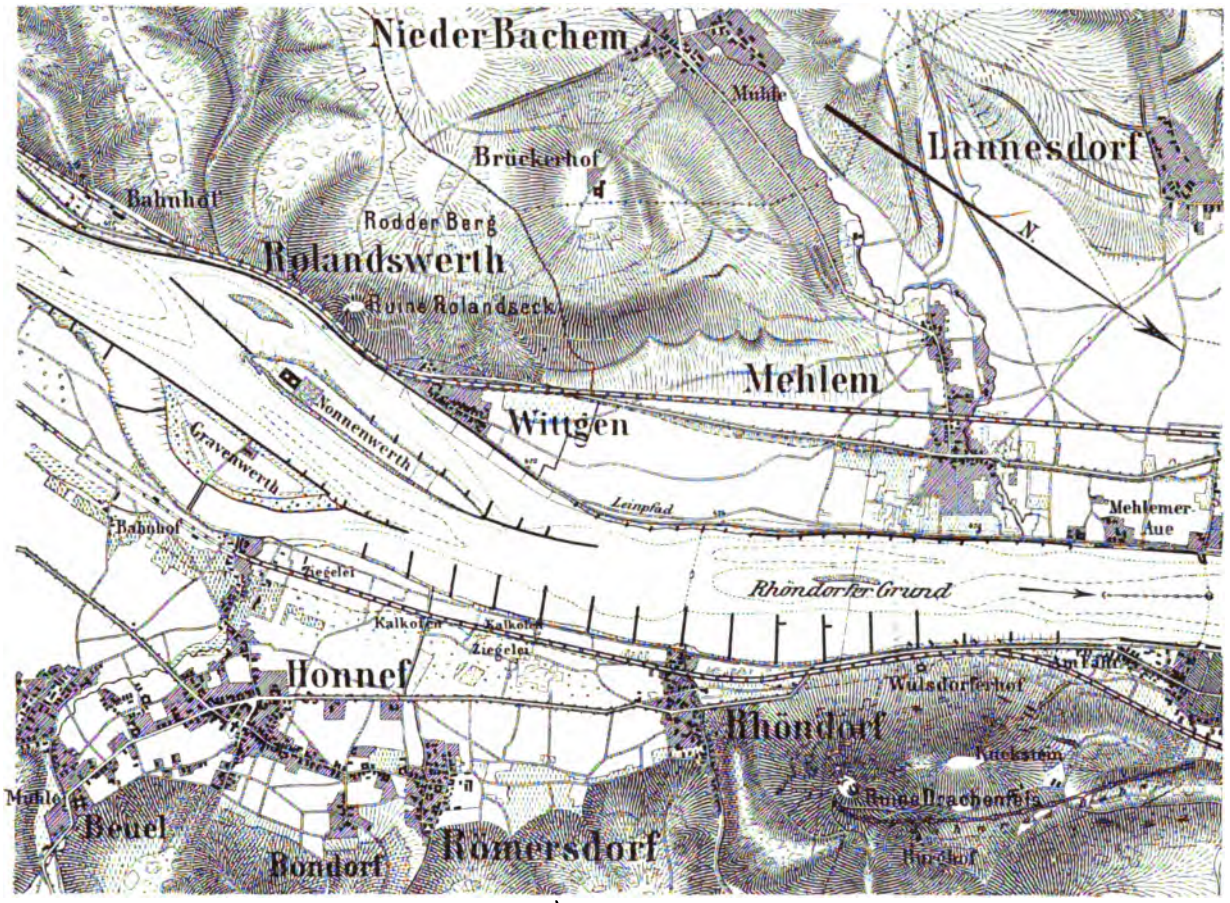


Abb. 91. Die Stromspaltung bei Nonnenwerth im Jahre 1879.

und Abflachung des höheren Ufers in einer Böschung 1 : 8 befestigt wurde (2699,24 Mark). Im Honnefer Arme wurde 1855 und 1856 etwa in der Mitte der Insel Gravenwerth eine zweite Coupirung in gleicher Höhe mit der oberen, d. h. auf + 8′ (2,50 m) am Pegel in der Mitte und auf 9′ (2,80 m) am Pegel an den Ufern erbaut. Die Krone war in der Mitte 3,30 m breit, die obere Böschung $1\frac{1}{2}$fach, die untere 3fach. Bis zu 2 m am Pegel bestanden die Böschungen aus Senkfaschinen und waren hier von einer durchgehenden Faschinenschicht abgedeckt. Im übrigen bestand die Coupirung aus Kies mit Steindeckung auf den Böschungen und in der Krone. Die Ufer unterhalb des Werkes wurden auf 35 m Länge gedeckt (9540,44 Mark). Gleich-

zeitig mit dieser Ausführung wurde die Regulirung der ganzen Stromstrecke in Erwägung gezogen. Die Bergfahrt, die im linken Stromarme zwischen Nonnenwerth und Rolandseck hinaufging, fand an der oberen Spitze des Nonnenwerths ernste Schwierigkeiten, da hier ein Mittelgrund das Fahrwasser am linken Ufer sehr beengte, und die Thalschiffahrt, die im mittleren Stromarme ging, stiess kurz unterhalb der Stromspaltung auf den „Drachenfelser Grund", der auch „Rhöndorfer Grund" genannt wird. Uebergrosse Strombreiten waren in beiden Fällen die Folge gewesen, und je mehr die Ufer zurückwichen, desto mehr erhöhten sich die Kiesbänke. Nach vollem Abschluss des Honnefer Armes wurde ein besonders starkes Anwachsen des Rhöndorfer Grundes wahrgenommen und beeilte man sich daher, hier zunächst weiterer Verwilderung des Stromes vorzubeugen. In den Jahren 1861 und 1862 wurde das rechte Rheinufer von der Mündung des Honnefer Armes ab mittels 16 Buhnen weit in den Strom vorgeschoben. Die Buhnen X und XI erhielten 3,80 m breite vorgelegte Kopfschwellen zum Verbau der Auskolkungen und 27 bezw. 35 m lange Flügelwerke, um die Verlandungen, welche sich hier sofort bildeten, anzuschliessen. Die Buhnen lagen an ihren Köpfen auf 9' (2,80 m) am Pegel, an ihren Wurzeln auf 10' (3,10 m) am Pegel (78056,98 Mark), vergl. Abb. 91.

Im Jahre 1865 wurde am unteren Ende von Gravenwerth das 295 m lange Richtwerk in Packwerkconstruction und in Höhe von + 8' (2,50 m) am Pegel und die sechs am mittleren

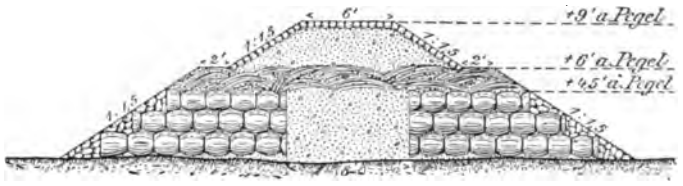


Abb. 92. Querschnitt des im Jahre 1870 am oberen Ende des Nonnenwerths erbauten Richtwerks.

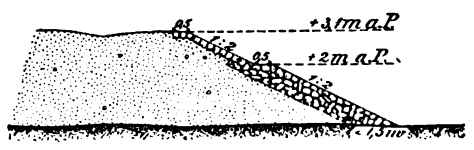


Abb. 93. Querschnitt des 1884 vor Rolandseck erbauten Deckwerks.

Stromarme liegenden Buhnenköpfe erbaut, einerseits um dem Strome eine bessere Führung zu geben, andererseits um die Einfahrt zum Honnefer Arme vor weiterer Verlandung zu sichern (24 173,98 Mark).

In den Jahren 1866 und 1867 wurde an der unteren Spitze von Nonnenwerth bis zum sogenannten „Mühlstein" ein auf + 9' (2,80 m) am Pegel liegendes, 480 m langes Richtwerk erbaut, da sich hier am linken Ufer eine ausgedehnte Kiesablagerung gebildet hatte und demzufolge an dieser Inselspitze das Wasser vom linken Arme her sehr scharf in den Hauptstromarm fiel. Der Kern des Werkes wurde aus Kiesfüllung, die Böschungen aus Senkfaschinen gebildet (33 347,17 Mark). Hohe Wasserstände erschwerten diese Ausführung sehr, so dass die Arbeiten sich lange hinzogen und zu ihrer Durchführung die Herstellung einer in 9' (2,80 m) am Pegel liegenden Traverse von der Wurzel des Richtwerks aus in den linken Stromarm hinein nöthig wurde. Da diese Traverse bis auf den gegenüber liegenden Sand reichte und die Schiffahrt durch den linken Stromarm bei Niedrigwasser sperrte, mussten im Jahre 1868 am Richtwerke noch zwei Buhnen, oberhalb der Traverse fünf Buhnen im linken Stromarme am unteren Ende von Nonnenwerth erbaut werden. Die Ausführung derselben erfolgte in Faschinenpackwerk mit Kranzlagen (23 626,97 Mark). Im Mai 1870 wurde dann am oberen Ende des Nonnenwerths ein 433 m langes Separationswerk (vergl. Abb. 92) begonnen und im Frühjahre 1872 beendet (23 983,66 Mark). Im Jahre 1873 wurde das Richtwerk am unteren

Ende von Nonnenwerth auf + 3,80 m am Pegel aufgehöht, da nach Ausführung des oberen Separationswerks über dasselbe ein starker Wasserübersturz eintrat (21897,15 Mark).

Am linken Ufer vor Wittgen wurde 1879 und 1880 ein Parallelwerk in 835 m Länge in Steinschüttung ausgeführt und mittels fünf Traversen an das linke Rheinufer angeschlossen. Zwischen Rolandseck und Wittgen wurden die beiden Buhnen hergestellt (81948,10 Mark). Damit war die untere Hälfte des linken Stromarmes regulirt.

Die obere Hälfte wurde von 1882 bis 1884 durch Erbau eines Deckwerks vor Rolandseck (Abb. 93) und Errichtung von sechs Buhnen an der oberen Spitze von Nonnenwerth in Ordnung gebracht. Der Mittelgrund, der sich bis auf + 2,60 m am Pegel erhob, wurde durch Baggerung von 83869 cbm Kies beseitigt. Die Strombreite am oberen Einlauf wurde auf 110 m, von Rolandseck bis zur unteren Mündung auf 105 m bemessen. Die Werke lagen auf + 3,10 m Bonner Pegel. Die Buhnen I und II vor Wittgen wurden um 8,70 bezw. 3,90 m verlängert. Das Parallelwerk vor Wittgen wurde bis zum Ufer in den beiden oberen Intervallen (auf 350 m Länge) bis auf + 3 m am Pegel hinterfüllt. Die Ausführungskosten betrugen 124469,01 Mark (vergl. Abb. 94).

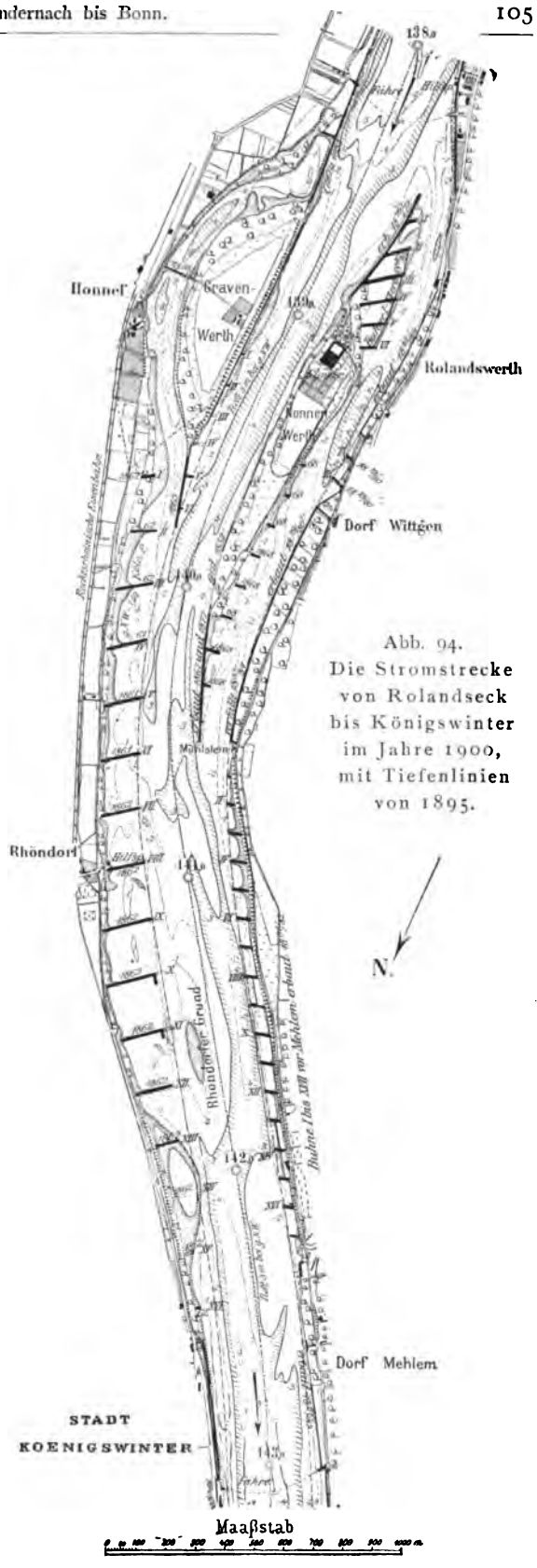


Abb. 94.
Die Stromstrecke von Rolandseck bis Königswinter im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1895.

8. Fast gleichzeitig mit diesen Arbeiten wurde auch eine **Beseitigung des Drachenfelser** (Rhöndorfer) **Grundes** unmittelbar unterhalb der Stromspaltung angestrebt. Im Jahre 1881 und 1882 wurden im ganzen 45804 cbm Kies auf demselben gebaggert und das linke Ufer vor Mehlem entlang mittels 17 Buhnen bis zu 50 m weit in den Strom vorgeschoben. Zwischen Buhne XIII und XV, sowie vom Vygen'schen Ladeplatz bis zur Mehlemer Fährrampe wurden am Ufer Anschüttungen hergestellt und befestigt. Die Ausführungskosten betrugen 139891,66 Mark. Da diese Arbeiten noch keinen befriedigenden Zustand geschaffen hatten, wurde 1882 und 1883 mit den Baggerungen auf dem Rhöndorfer Grunde fortgefahren und abermals 39090 cbm Kies gebaggert, die zur Ausfüllung der Intervalle hinter dem Parallelwerke vor Wittgen und zur Auf-

höhung des Intervalls zwischen Buhne VIII und IX vor Mehlem verwendet wurden. Die Kosten betrugen 47935,45 Mark (vergl. Abb. 94).

Wenn mit all' diesen Arbeiten auch noch kein vollkommener Zustand erreicht worden, insbesondere das starke Gefälle zwischen Rolandseck und Königswinter der Schiffahrt noch ernste Schwierigkeiten bereitet und der Rhöndorfer Grund noch immer nicht ganz beseitigt worden ist, so ist durch das Zusammenwirken der einzelnen Maassnahmen in der Nonnenwerther Stromspaltung doch ein derartiger Zustand geschaffen, dass vor allem die normale Fahr-

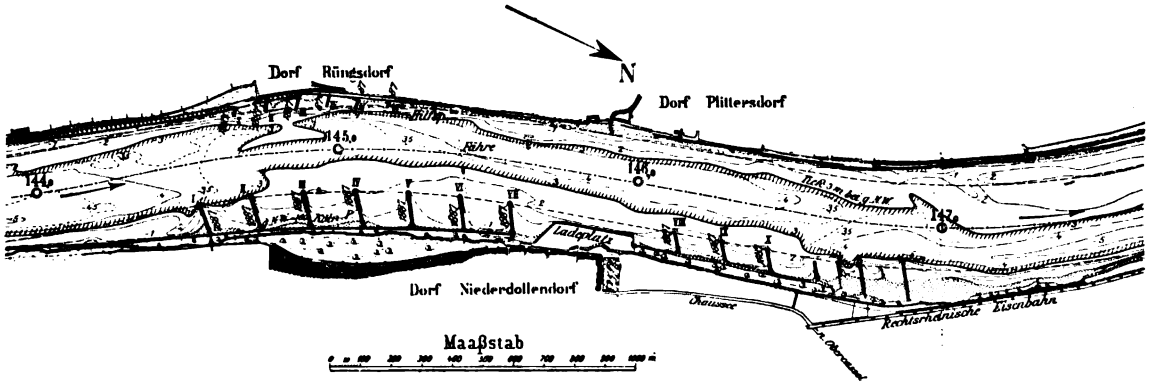


Abb. 95. Der Rhein bei Niederdollendorf im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1895.

tiefe in ausreichender Breite hergestellt worden ist. Ob dieser Zustand dauernd sich erhalten, insbesondere, ob derselbe der Schiffahrt auch weiterhin genügen wird, erscheint allerdings zweifelhaft. Schon im Jahre 1898 haben aus Unterhaltungsfonds erneute Baggerungen auf dem Rhöndorfer Grunde vorgenommen werden müssen, und früher oder später wird die Frage einer durchgreifenden Regulirung der ganzen Stromstrecke von Linz bis Königswinter gewiss von

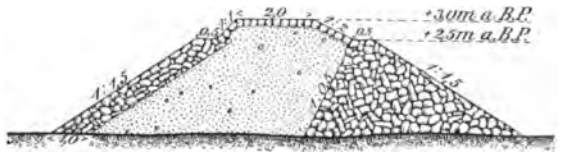


Abb. 96. Querschnitt der im Jahre 1887 erbauten Buhnen vor Rüngsdorf.

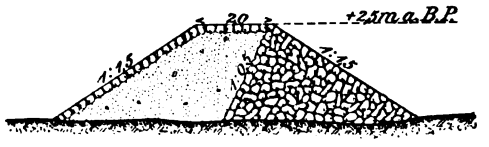


Abb. 97. Querschnitt der im Jahre 1887 erbauten Buhnen vor Niederdollendorf.

neuem auftauchen. Einstweilen ist die erstrebte Fahrtiefe überall vorhanden und das Ziel der Regulirung erreicht.

9. **Von Königswinter bis Bonn** sind nur wenige Arbeiten erforderlich gewesen. Da das Gefälle hier normal war, bedurfte es zunächst nur einzelner Uferdeckungen. So wurden am rechten Ufer im Jahre 1855 unterhalb Königswinter 675 m und unterhalb Niederdollendorf 1055 m abbrüchige Uferlänge durch ein in Höhe von + 10' (3,10 m) am Pegel liegendes Steindeckwerk befestigt, während es den Anliegern überlassen blieb, für Deckung des Ufers über + 10' am Pegel zu sorgen.

10. Nur **bei Niederdollendorf** bestanden ungünstige Verhältnisse, insofern hier sich eine ausgedehnte Kiesbank vor dem rechten Ufer angesammelt hatte, die dem umfangreichen Lade-

verkehr vor Niederdollendorf hinderlich wurde. Je mehr die Verladung von Basalt, die hier hauptsächlich stattfand, zunahm, desto dringender wurde die Forderung, die übergrosse Breite des Stromes auch hier auf sein normales Maass einzuschränken. Im Jahre 1887 wurde daher das rechte Ufer oberhalb Niederdollendorf durch sieben Buhnen, unterhalb desselben durch drei Buhnen bis zur Correctionslinie vorgeschoben. Zwischen beiden Systemen wurde vor dem Dorfe selbst ein 230 m langer Ladeplatz, der 15 m hinter der Correctionslinie zurückblieb, bis zu + 4 m Cölner Pegel angeschüttet, wobei von den betheiligten Steinbruchbesitzern das zur Befestigung desselben erforderliche Steinmaterial unentgeltlich geliefert wurde. Am linken Ufer wurden sechs Buhnen vor Rüngsdorf erbaut, deren Krone in + 3 m Bonner Pegel lag. Ihre Construction giebt Abb. 96. Die Buhnen I bis VI und VIII bis X am rechten Ufer lagen in ihrer Krone nur auf + 2,50 m Bonner Pegel (vergl. Abb. 97). Die Normalbreite wurde auf 280 m bemessen. Die Fahrrinne wurde in 100 m Breite bis auf — 1,50 m Cölner Pegel durch Baggerung vertieft, vor der Ladestelle wurde die normale Tiefe von — 1 m Cölner Pegel hergestellt. Die Gesammtbaggerung betrug 56830 cbm, die Kosten erreichten die Höhe von 116011,90 Mark (vergl. Abb. 95).

V. Die Stromstrecke von Bonn bis Cöln.

Schon von Königswinter ab treten die hohen Berge mehr und mehr vom Strome zurück. Bei Bonn beginnt die nur von wenigen Wellen oder höheren Plateaus unterbrochene Ebene des sogenannten Cölner Beckens. Bis Cöln hin ist der Rhein so tief in das Terrain eingeschnitten, dass auch die höchsten Wasserstände meistens im engeren Strombett bleiben und eine Ausuferung nicht eintritt. Wo an einzelnen Stellen sich seitliche Arme gebildet hatten, haben die angrenzenden Gemeinden diese Thalsenkungen derartig durch Dämme verbaut, dass der Stromlauf im allgemeinen auch bei Hochwasser als einheitlich geschlossen betrachtet werden konnte. Im einzelnen fanden allerdings auch hier sich manche Unregelmässigkeiten, die schon in frühen Zeiten ein künstliches Eingreifen erforderlich machten, insbesondere an der Siegmündung, wo schon Wiebeking seine ersten unglücklichen Versuche angestellt hat (vergl. Abb. 90).

Das Gefälle ist ziemlich regelmässig und beträgt durchschnittlich 1 : 5000. Abweichungen kommen vor, so bei Hersel, Langel und Westhoven, wo das Gefälle auf 1 : 2400 bis 1 : 2000 steigt, jedoch diese Strecken sind nicht von grosser Länge. Da die Verhältnisse unterhalb Cöln ähnlich liegen, so hat sich unterhalb Bonn die Tauerei nicht zu halten vermocht. Die Schleppschiffahrt hat sich hier als die vortheilhafteste Betriebsart erwiesen. Die Sohle des Flusses besteht im allgemeinen aus Kies, so dass der Rhein von Bonn ab lediglich als geschiebeführender Strom zu betrachten ist. Allerdings sind die Kiesbänke auch hier vielfach so fest gelagert oder auch mit Steinen durchsetzt, dass der Strom fast durchweg eine übergrosse Breite angenommen hat. Die Anforderungen, die bisher an diese Stromstrecke im Interesse der Schiffahrt gestellt wurden, sind nicht übermässig grosse. Sie haben sich vielmehr ohne besondere Mühe erreichen lassen und giebt es grosse Längen, in denen eine Einschränkung der Breite bis auf das Normalmaass bisher nicht geboten gewesen ist. Die Arbeiten haben sich vielmehr meistens auf eine Befestigung und angemessene Abrundung der Uferlinien, auf die Verbauung tief abgebrochener Uferbuchten und auf Behebung localer Schwierigkeiten beschränkt. Die zur Befestigung des Leinpfades ausgeführten Uferschutzbauten sind meist vor dem Jahre 1851 ausgeführt. Sie bestanden hier, wie im ganzen Bezirke Cöln aus einfachen Klapplagen und Faschinenpackwerk auf dem

abgeböschten Ufer, das durch eine grosse Zahl kleiner niedriger Vorköpfe gegen Unterspülung gesichert war.

1. Die erste grössere Stromregulirung wurde **an der Mündung der Sieg** nothwendig. Aehnlich wie die Ahr mündete auch die Sieg fast rechtwinklig in den Rhein und hatte an ihrer Mündung im Laufe der Zeit hohe und ausgedehnte Sandablagerungen — das Kemperwerth — so weit in den Strom vorgeschoben, dass die Fahrrinne im Rhein sehr beschränkt und das gegenüber liegende Ufer vor Graven Rheindorf stark in Abbruch versetzt war. Je stärker das linke

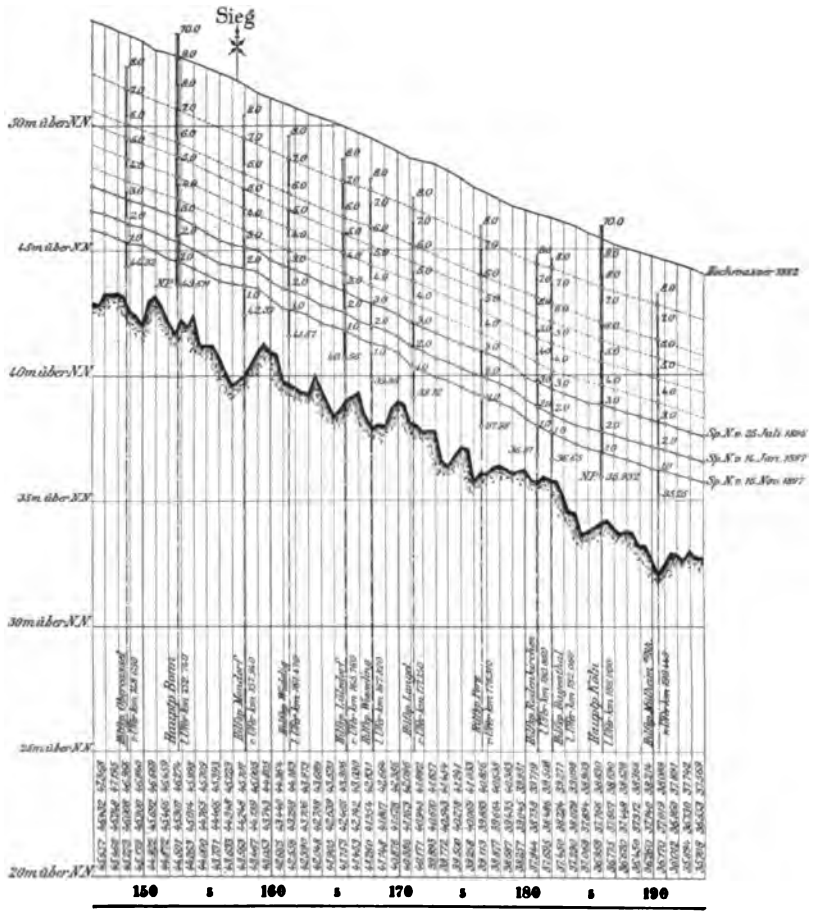


Abb. 98. Längenschnitt des Rheins von Bonn bis Cöln
(unter Darstellung der mittleren Sohlenhöhe bei gemitteltem Niedrigwasser).

Ufer zum Schutze des Leinpfades befestigt wurde, desto schwieriger gestalteten sich die Verhältnisse in der sogenannten „Rheindorfer Kehle". Schon im Jahre 1847 war ein allgemeiner Regulirungsplan für die Siegmündung aufgestellt und von der Königlichen Ober-Baudeputation revidirt worden. Die Durchführung desselben erforderte indess eine lange Reihe von Jahren. Der Anfang wurde im Jahre 1851 damit gemacht, dass die Siegmündung stromab in die „Hartfurth" verlegt wurde. Ihre frühere Mündung wurde durch zwei im Abstand von 11 m nebeneinander herlaufende, nach den Uferanschlüssen zu divergirende Coupirungen in Höhe von + 3,60 m am Pegel geschlossen. Der Raum zwischen den beiden Coupirungen wurde mit Sand

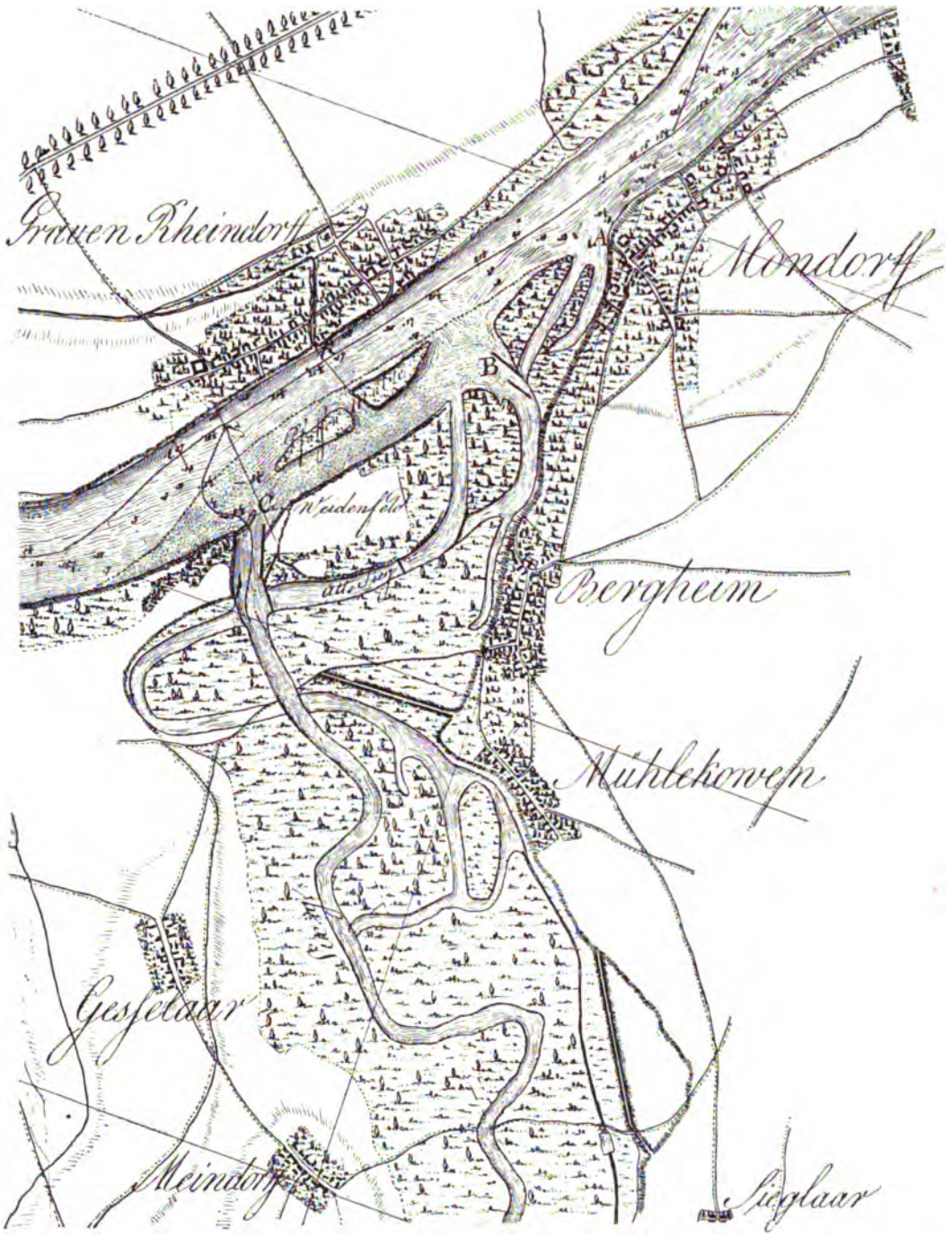


Abb. 99. Die Siegmündung im Jahre 1798
(nach Wiebeking.)

und Kies ausgefüllt, zum Theil mit Faschinen gedeckt und mit Steinen befestigt (53004,38 Mark). Im unmittelbaren Anschluss an diese Arbeiten wurde auf der Rheinseite eine normale Uferlinie an der Coupirung entlang durch sieben Buhnen ausgebaut (3596,29 Mark). Im Jahre 1854 wurden diese sieben Werke zur Vorschiebung des Ufers wesentlich verlängert und oberhalb des Systems

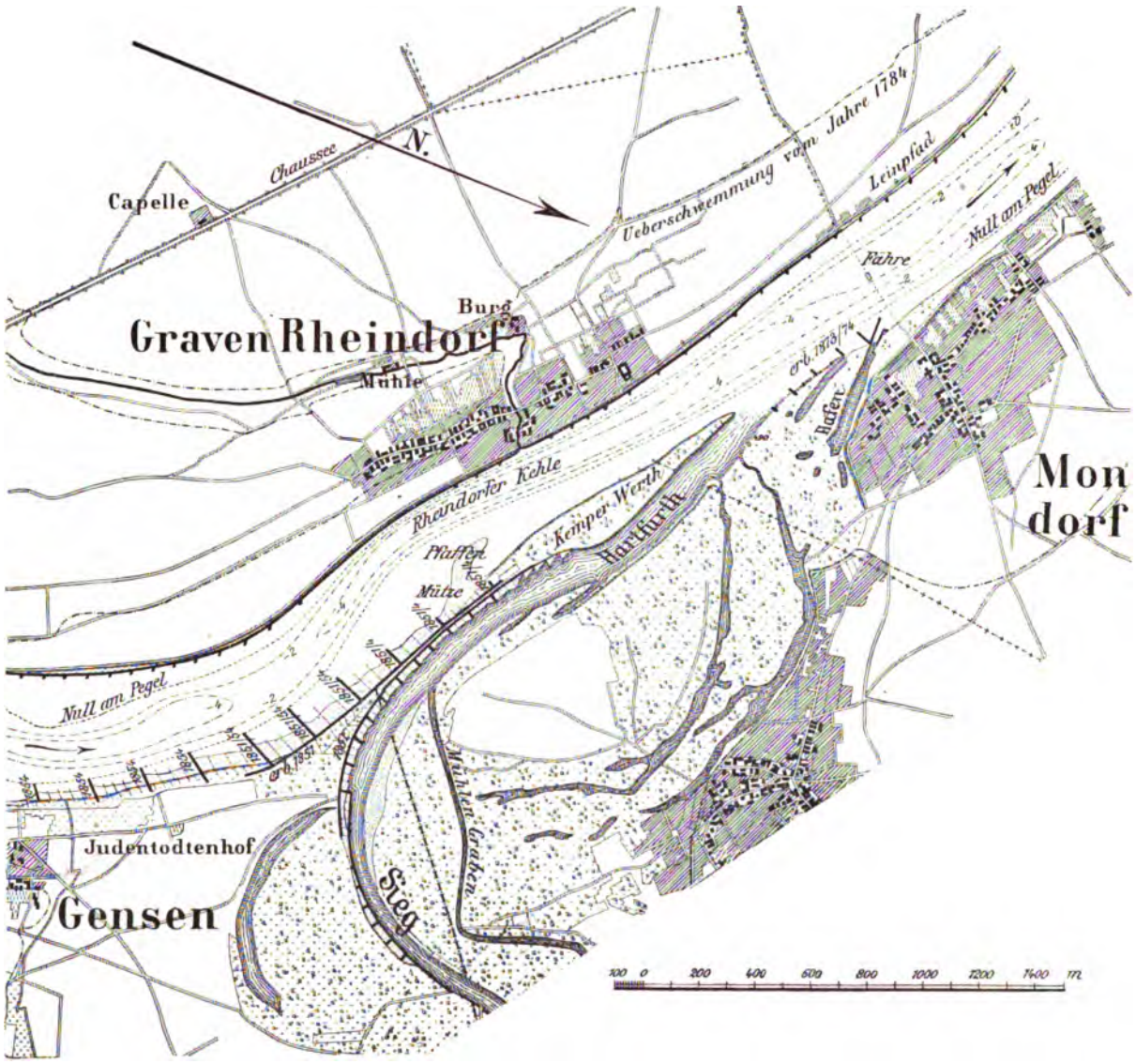


Abb. 100. Die Siegmündung im Jahre 1874, mit Tiefenlinien von 1860.

fünf neue Buhnen hinzugefügt (18160,15 Mark). Mit diesen Arbeiten hoffte man zu erreichen, dass der Strom die alten Verlandungen der Sieg am oberen Ende des Kemperwerth, die sogenannte „Pfaffenmütze", zum Abtrieb bringen und damit die nothwendige Verbesserung der Abflussverhältnisse in der Rheindorfer Kehle herbeiführen würde. Da diese Hoffnung sich nur theilweise erfüllte, das Hochwasser des Rheins vielmehr über die Coupirung in die neue Siegmündung

einfiel und hier das rechte Ufer oberhalb Mondorf in Abbruch versetzte, so wurde in den Jahren 1873 und 1874 die Coupirung von + 3,60 auf + 5,70 m am Pegel erhöht (66741 Mark) und das rechte Ufer der neuen Siegmündung durch Anlage eines Buhnensystems und einer Hafenmole vor Mondorf, sowie durch ein Uferdeckwerk befestigt (11883,37 Mark). Da auch diese Arbeiten noch keinen wesentlichen Abtrieb der Pfaffenmütze zur Folge hatten und Bodenuntersuchungen das Vorhandensein zahlreicher Steine anzeigten, so musste man sich dazu entschliessen, auf künstlichem Wege durch Baggerung die erforderliche Strombreite und zum Theil auch die gebotene Wassertiefe herzustellen. Unmittelbar oberhalb der Siegmündung hatten die Peilungen zwei grosse Steinfelder im Strome von zusammen 1760 ar Grösse ergeben. Die Räumung derselben, die in den Jahren 1882 und 1883 zugleich mit der Beseitigung von drei alten Schiffswracks ausgeführt wurde, erforderte die Aufwendung von 27386,36 Mark. Es wurden dabei 261 grössere Steine mittels Steinzangen gehoben, 79 Steine unter Wasser gesprengt und 20346 cbm Kies gebaggert. Das gewonnene Material wurde zur Herstellung von Schlickfängen in den rechtsseitigen Buhnenintervallen verwendet (Abb. 100).

In den Jahren 1885 und 1887 wurde eine durchgreifende Regulirung der Strecke von Bonn bis zur Siegmündung ausgeführt, wobei am Beueler Grund, an den Hüffeln und an der Pfaffenmütze im ganzen 220716 cbm Kies gebaggert und am rechten Ufer, besonders in die Buhnenintervalle an der alten Siegmündung eingebaut wurden. Zum Ausgleich für die durch Baggerung geschaffene Profilerweiterung wurden am rechten Ufer die oberen Buhnen verlängert, oberhalb derselben drei neue Buhnen erbaut und das linke gegenüber liegende Ufer durch sieben Buhnen bis zur Streichlinie vorgeschoben. Die Kosten dieser Ausführung betrugen 337766,43 Mark. Durch diese Arbeiten ist erreicht, dass die Fahrrinne in 150 m Breite und in normaler Tiefe hier jetzt durchweg vorhanden ist. Aller-

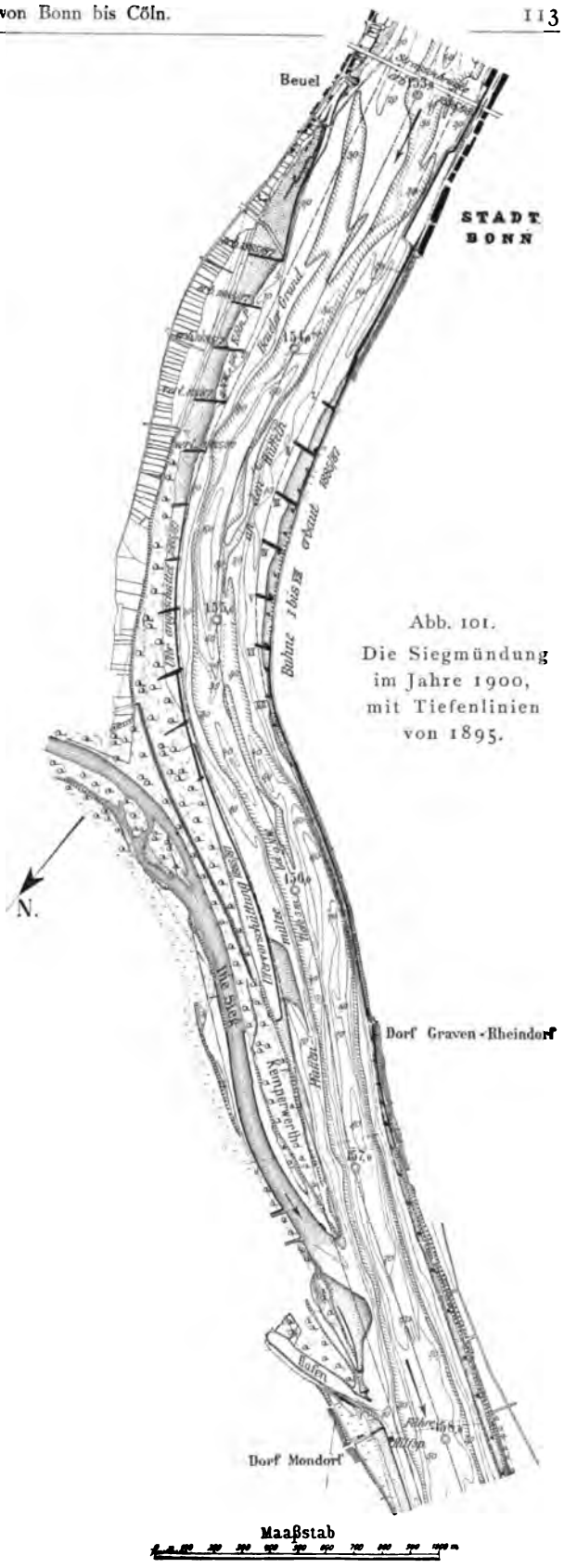


Abb. 101.
Die Siegmündung im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1895.

dings springt die Pfaffenmütze auch heute noch weit in den Strom hinein, aber die Theile, die noch vorhanden sind, gefährden wenigstens die Schiffahrt nicht mehr in der Weise wie früher und haben anscheinend auch keine weiteren Verlandungen zur Folge gehabt (Abb. 101).

Bei Bonn selbst ist in den letzten Jahren auf Kosten der Stadt der Bau einer Werft am linken Ufer und die Herstellung der neuen Rheinbrücke erfolgt, die mit ihrem grossen, fast 187 m weiten Mittelbogen die Fahrrinne überspannt (vergl. Abb. 102).

Abb. 102. Die Rheinbrücke bei Bonn, erbaut 1896 bis 1898.

2. Der Sand, welchen die Sieg aus ihren zahlreichen Sandbänken und Uferabbrüchen des unteren Stromlaufs bei Hochwasser dem Rhein in nicht unbedeutenden Massen zuführt, bleibt bei der gegenwärtigen Gestaltung der Siegmündung nicht mehr an der Mündung selbst liegen, sondern setzt seinen Weg im Rhein fort. Zunächst gewinnt er einen gewissen Ruhepunkt in der **Stromspaltung bei Hersel**. Zu alter Zeit bestand auch hier eine Dreitheilung des Stromes. Das Rheidter Werth ist indessen längst an das Ufer angeschlossen und der alte rechte Seitenarm verlandet. Der linke, um die Herseler Insel herumführende Nebenarm ist bisher erhalten geblieben, zum Theil weil der Leinpfad am linken Ufer liegt und die Bergschiffahrt denselben früher gern benutzte, zum Theil weil die Ortschaft Hersel aus industriellen Rücksichten auf die Erhaltung der Schiffbarkeit im Nebenarme besondern Werth legte. Da der Hauptarm des Rheins

Breite genug besass, um den ganzen Strom aufnehmen zu können, so traten auch hier die allgemeinen Erscheinungen ein, dass bei der übergrossen Strombreite sich Versandungen bildeten und dass die obere Spitze der Insel allmählich abbrach. Die Versandungen bildeten sich vorzugsweise an der oberen und unteren Einmündung in den linken Nebenarm, gelegentlich aber auch im Hauptarme selbst. Schon in den dreissiger Jahren hatte man mit Sackbaggern, Schaufeln und anderen einfachen Hülfsmitteln mühsam mit der Hand die Einfahrtsrinne zum Herseler Arm

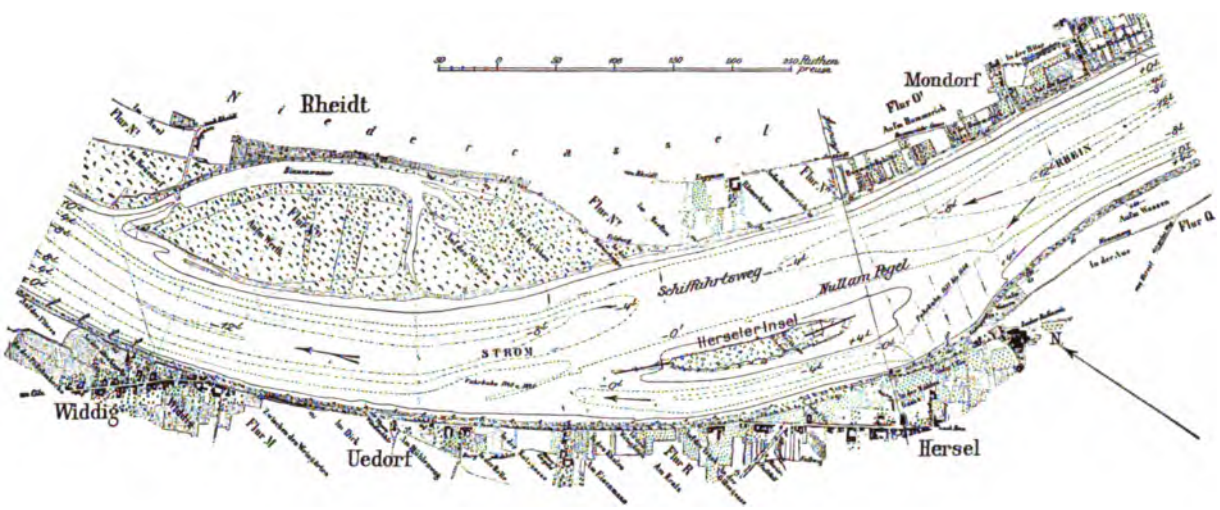


Abb. 103. Die Herseler Insel im Jahre 1836.

aufzuräumen gesucht, aber der Erfolg dieser Arbeiten war nur ein geringer. Um einem weiteren Abbrechen der Insel zu begegnen, wurden zufolge eines Gutachtens der Königlich Technischen Ober-Baudeputation vom 10. Februar 1836 neben den Baggerungen beide Ufer der Insel 1836 durch kurze Buhnen verbaut und die obere Spitze über Niedrigwasser mit Faschinendecklage und Weidenpflanzungen befestigt. Für Vertiefung des Fahrwassers in den Einfahrten wurden bereits

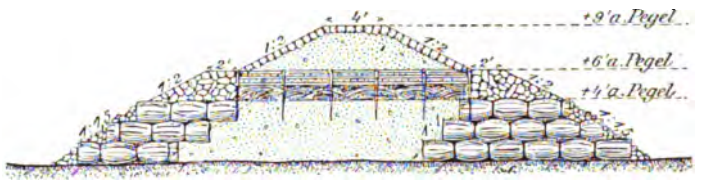


Abb. 104. Querschnitt des im Jahre 1871 erbauten Separationswerkes am oberen Ende der Herseler Insel.

im Jahre 1846 erneute Baggerungen nothwendig. Als im Jahre 1857 abermalige Klagen über mangelnde Fahrtiefe auftauchten, wurden beide Inselspitzen durch Richtwerke von 271 bezw. 279 m Länge in Höhe des Mittelwassers verlängert (vergl. Abb. 103) und in der sehr tiefen linksseitigen oberen Uferbucht des linken Stromarmes das Ufer durch drei Buhnen vorgetrieben, bei welcher Gelegenheit im oberen Einlauf eine neue Fahrrinne hergestellt, die alte aber geschlossen wurde. Je mehr indess die Dampfschleppschiffahrt sich entwickelte, desto mehr ging auch die Bergfahrt der Schiffe durch den Hauptarm. Die Klagen über fortschreitende Versandung des Nebenarmes führten 1866 aber doch zu erneuten Untersuchungen, denen zufolge im Jahre 1871 das Separations-

werk am oberen Ende um 301 m in Höhe von 9′ (2,80 m) Bonner Pegel (Abb. 104) stromauf verlängert worden ist (23698,48 Mark). Im Jahre 1874 wurde dieses Werk abermals um 177 m verlängert und die obere Hälfte des linken Stromarmes durch ein 694 m langes leichtes Parallelwerk an der Insel nebst sieben Traversen sowie am linken Ufer durch sechs Buhnen und ein Deckwerk vor dem Landungsplatze auf eine Normalbreite von 100 m eingeschränkt (66899,73 Mark). Auch hierbei wurde die Baggerrinne von neuem wieder hergestellt. Diese Einschränkung der oberen

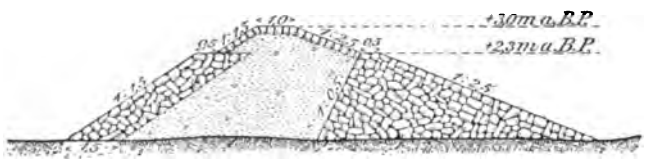


Abb. 105. Querschnitt der im Jahre 1881 an der Herseler Insel erbauten Buhnen I bis XVI.

Hälfte hatte zur Folge, dass sich in ihr bei kleinen und mittleren Wasserständen ein erhöhtes Gefälle ausbildete und die gebaggerte Fahrtiefe bald wieder verloren ging. Die Schiffahrt benutzte den Arm fast garnicht mehr, so dass die Gemeinde Hersel sich bereits mit dem Gedanken eines vollständigen Abschlusses des Stromarmes am oberen Ende vertraut machte. In den Jahren 1879 und 1880 wurde auch das untere Richtwerk um 640 m verlängert und auf + 3,70 m

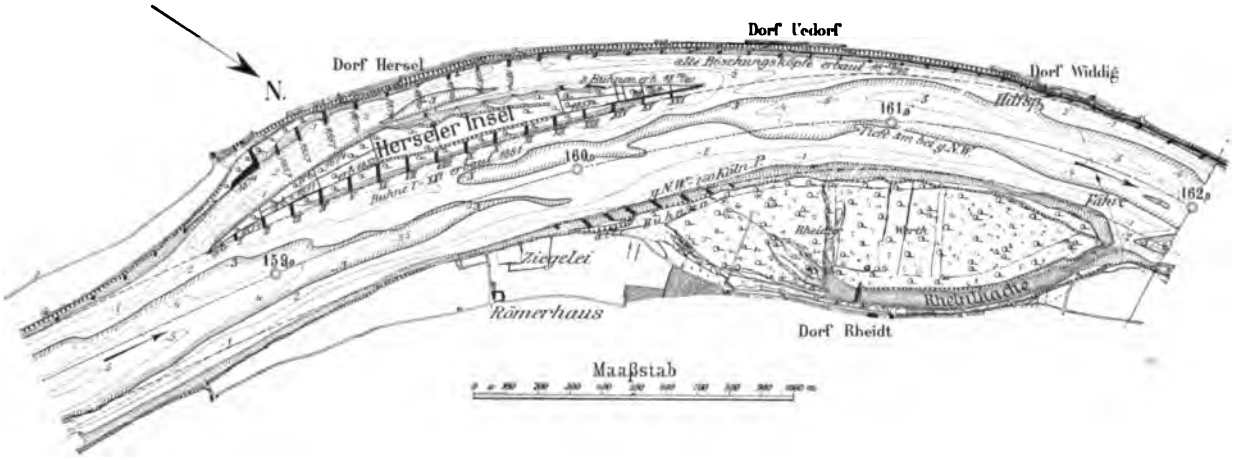


Abb. 106. Die Stromspaltung an der Herseler Insel im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1895.

am Pegel erhöht, sowie durch fünf Buhnen an dem Richtwerke entlang auch in dem unteren Einlauf die Strombreite auf 100 m eingeschränkt (35986,71 Mark).

Obwohl der linke Stromarm nunmehr vollständig ausgebaut war, wollten sich doch keine ausreichenden Tiefen ausbilden, so dass im Jahre 1881 die Herstellung einer 50 m breiten Fahrrinne in der Tiefe von Null am Bonner Pegel und eine Einschränkung des Hauptarmes mittels 16 an der Insel entlang angelegten Buhnen auf 300 m Breite vorgenommen wurde. Gebaggert wurden 34700 cbm. Die Buhnen hatten den in Abb. 105 dargestellten Querschnitt. Im Hauptarme wurden Baggerungen absichtlich nicht vorgenommen, um die Wasserführung des Nebenarmes nicht zu beeinträchtigen. Die Kosten dieser Arbeiten betrugen 62936,63 Mark (Abb. 106).

Schon bei Revision der letzten Entwürfe war hervorgehoben worden, dass die Frage, ob der linke Stromarm unter den veränderten Betriebsverhältnissen der Schiffahrt auch ferner noch offen zu erhalten sei, nicht ausreichend erörtert wurde und dass dem Interesse der Ortschaft Hersel durch Anlage eines Lageplatzes am ungetheilten Strome oberhalb der Insel völlig genügt werden könne. Es kommt hinzu, dass die Insel fast hochwasserfreie Höhe hat, so dass ihr hochwasserfreier Anschluss an das obere Ufer früher oder später wird ohne Bedenken erfolgen können, falls Anforderungen auf vermehrte Tiefe im Hauptstrome oder das Bedürfniss weiteren Hafenschutzes hervortreten sollten. Die Fahrrinne im Hauptstrome ist schon jetzt sehr beschränkt. Da sie aber den bisherigen Ansprüchen noch genügte, so konnte von der immerhin kostspieligen Durchführung des hochwasserfreien Anschlusses der Insel an das linke Ufer bisher abgesehen werden.

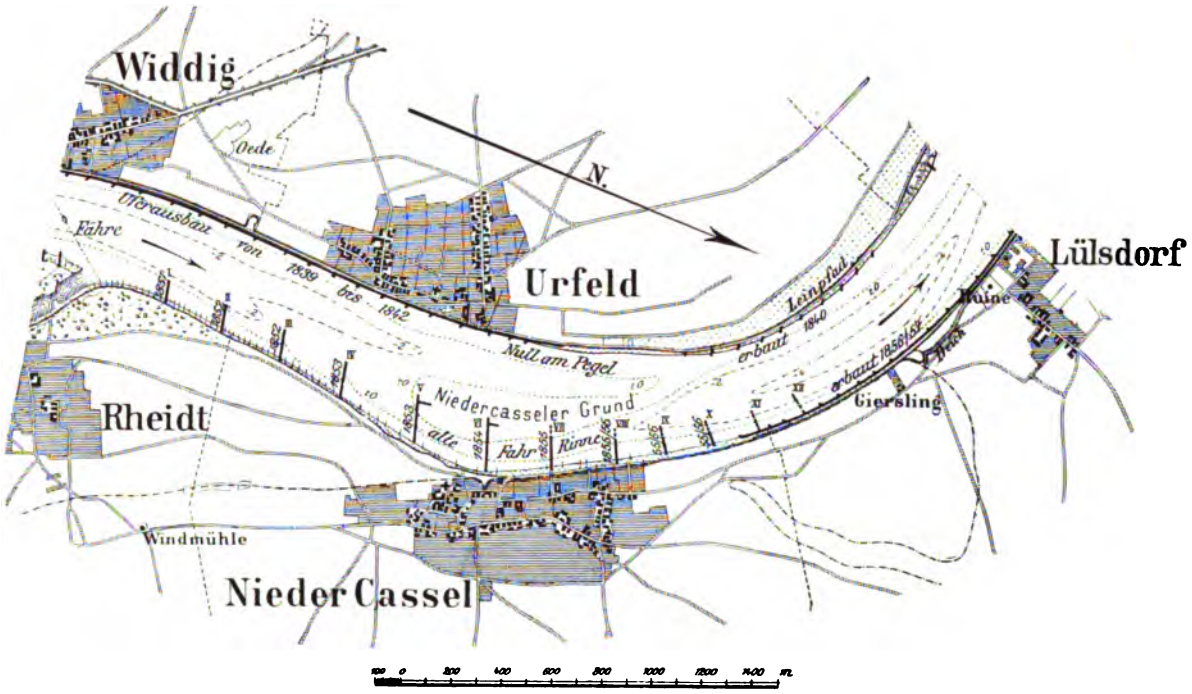


Abb. 107. Die Stromstrecke bei Niedercassel im Jahre 1874, mit Tiefenlinien von 1860.

3. Mit glücklicherem Erfolge wurde die Regulirung der **Stromstrecke bei Niedercassel** durchgeführt. Im Laufe der Zeit war das rechte Stromufer bei Niedercassel, das von Widdig gegenüber bis nach Lülsdorf eine geschlossene grosse Concave bildet, mehr und mehr zurückgewichen. Da der Leinpfad am linken Ufer lag, hatte der Staat für den Schutz der Ufer bestimmungsgemäss nicht sorgen können. Die Folge war, dass sich bei Niedercassel ein Mittelsand bildete, der „Niedercasseler Grund", der den Strom in zwei Arme theilte. Der tiefere Hauptarm lag dicht am rechten Ufer. Nach einem im Jahre 1851 aufgestellten Gesammtplane wurde der rechte Stromarm und die tiefe Uferbucht durch ein System von zehn Buhnen verbaut. Die Buhnen I bis III wurden im Jahre 1852 (24610,73 Mark), die Buhnen IV und V im Jahre 1853 (22500,04 Mark), Buhne VI im Jahre 1854 (15302,12 Mark), die Buhnen VII bis X im Jahre 1855 und 1856 (26927,28 Mark) hergestellt. Die Buhnen lagen mit ihrem Kopfe auf 9′ (2,80 m) am Pegel, mit ihrer

Wurzel auf 10′ (3,10 m) am Pegel. Bis + 7′ (2,20 m) am Pegel bestanden sie aus Packwerk, darüber aus Kiesschüttung mit Pflaster. Im Jahre 1856 erhielten die Buhnen IX und X je eine 3,80 m breite Stromschwelle aus Senkfaschinen vor dem Kopfe, vor Buhne V wurde eine Stromschwelle versuchsweise aus Sinkstücken vorgelegt (12897,14 Mark). Im Jahre 1856 und 1857 wurde auch das anschliessende Ufer unterhalb Buhne X bis Lülsdorf hin auf 657 Ruthen (2474 m)

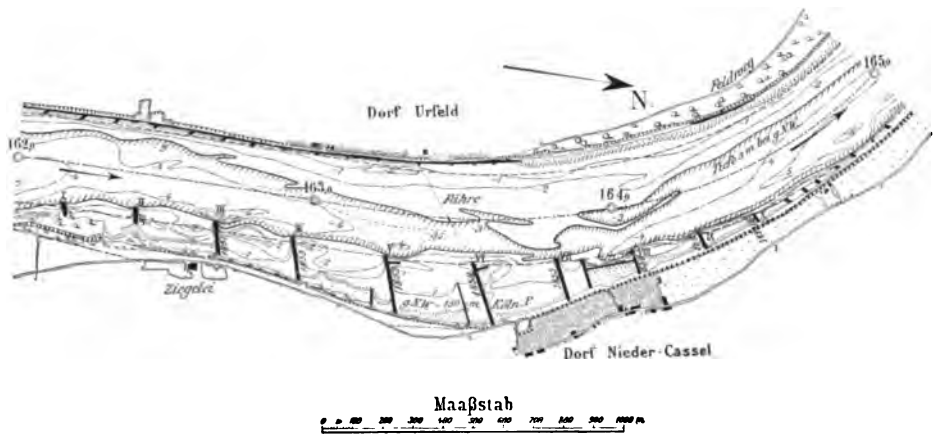


Abb. 108. Die Stromstrecke bei Niedercassel im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1895.

Länge durch ein Steindeckwerk bis 10′ (3,10 m) am Pegel befestigt, wobei die vor dem Ufer gelegenen kleinen Buhnenköpfe älterer Zeit mit aufgeholt wurden, und in Fortsetzung der oberen Buhnen wurden noch zwei Stromschwellen (Nr. XI und XII) in 3,80 m Breite aus Senkfaschinen erbaut. Die Wurzel der Stromschwellen lag auf + 1′ (0,30 m) am Pegel, ihre Länge betrug 109 m bezw. 105 m (31790,94 Mark). Mit diesen Arbeiten ist ein voller Erfolg erzielt. Schon

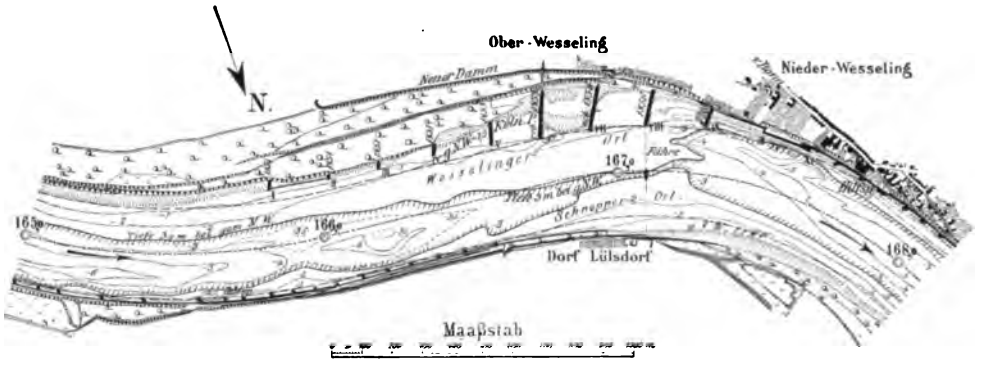


Abb. 109. Die Stromstrecke bei Wesseling im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1895.

im Jahre 1854, als die Arbeiten bis zu Buhne VI gediehen waren, kam der Niedercasseler Grund in Bewegung und trieb allmählich ab. Es bildete sich ein ziemlich normales Fahrwasser aus, so dass es hier weiterer Arbeiten bisher nicht bedurft hat (Abb. 107 und 108).

4. Aehnlich liegen die Verhältnisse in der nächstfolgenden **Strombucht vor Wesseling**, wenn auch insofern ein Unterschied besteht, als hier das linke Ufer in Frage kam, auf dem

gesetzmässig die Leinpfadservitut ruhte. Immerhin war der Strom oberhalb Wesseling übermässig breit, so dass sich auf beiden Ufern Verflachungen gebildet hatten, von denen diejenige am rechten Ufer „Schnepper Ort“ und diejenige am linken Ufer „Wesselinger Ort“ genannt war. Um das linke Ufer allmählich vorzuschieben, wurden im Jahre 1851 von oben beginnend die Buhnen I bis IV aus etatsmässigen Fonds erbaut, die Buhnen V und VI wurden 1853 aus extraordinären Fonds (2856,59 Mark), die Buhnen VII und VIII im Jahre 1856 (8033,71 Mark), die Buhne IX sowie die Buhnen X und XI mit Anlage eines Lagerplatzes bis zur Werottegasse im Jahre 1874 und 1875 ausgeführt (25179,23 Mark). Die Buhnen, deren Krone 6′ (2 m) breit war und in +9′ (2,80 m) am Pegel lag, wurden ganz in Packwerk hergestellt und in ihrer Krone mit

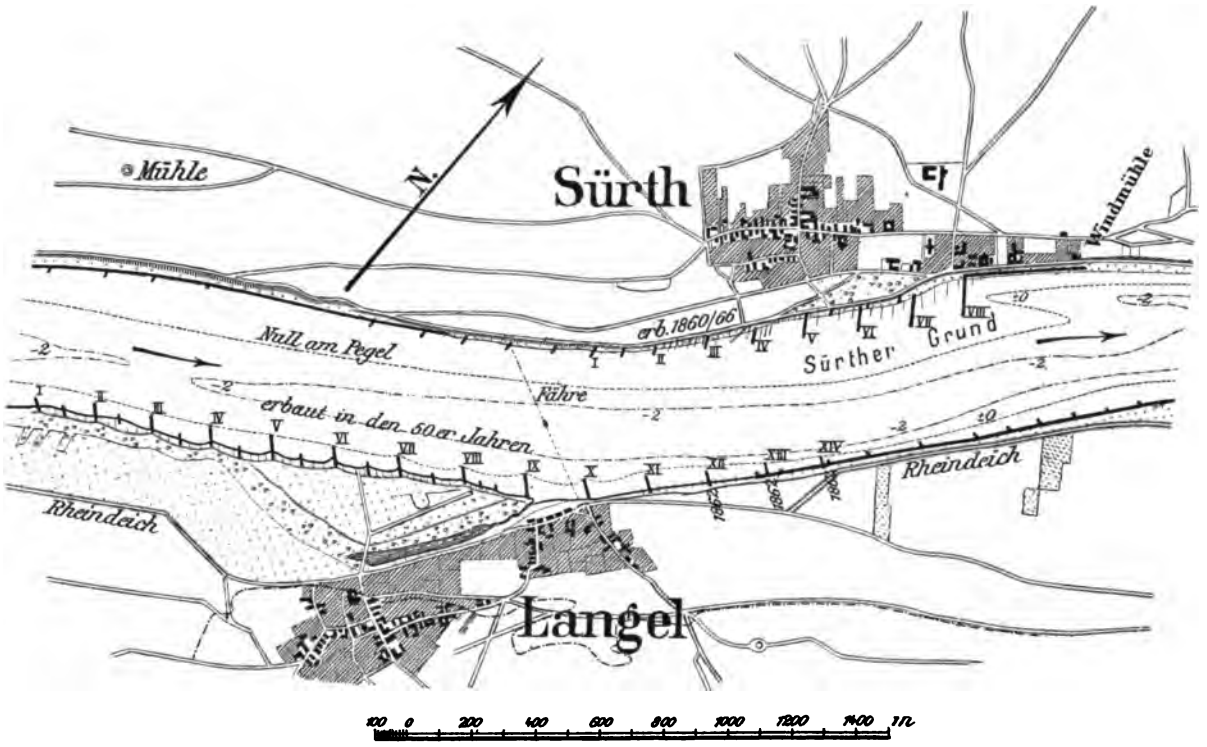


Abb. 110. Die Regulirung bei Langel und Sürth, Zustand vom Jahre 1874.

Weiden bepflanzt. Zu gunsten einer besseren Anfahrt an Wesseling sind die unteren drei Buhnen später um ein geringes Maass verkürzt und ist vor Wesseling aus Baggerungen auf der Bank oberhalb Wesseling ein weiterer Ladeplatz aus etatsmässigen Fonds geschaffen worden. Die Buhnen haben eine gute Verlandung hervorgerufen und auch die Schiffahrtsrinne hat sich im allgemeinen befriedigend ausgebildet (vergl. Abb. 109).

5. Auf dem rechten Ufer des Rheins folgt dann **vor dem Dorfe Langel** ein System von 14 Buhnen, das in den fünfziger Jahren zum Schutze des grossen fiscalischen Werders „auf'm Rheinwerth“ erbaut worden ist und das schwach gekrümmte Ufer bis zum „Rheindeich“ hin deckt. In seiner Anlage basirte es auf den kleinen, in den zwanziger Jahren erbauten kurzen Buhnenköpfen, indem ein Buhnenkopf um den anderen in nahezu senkrechter Richtung zum Strome vorgeschoben wurde. Wiederholt sind diese Buhnen verlängert und aufgeholt worden, so dass heute eine bestimmte Uferlinie erreicht ist. Dem extraordinären Fonds sind besondere

Kosten aus diesen Bauten nicht erwachsen. Nur unterhalb dieses Buhnensystems am Rheindeiche zwischen Langel und Zündorf, der 1850 durchbrochen war, ist das Ufer im Jahre 1851 und 1852 mittels Deckwerk aus extraordinären Fonds wieder hergestellt worden (15900 Mark), Abb. 110.

6. Dem Rheindeiche gegenüber lag **der Sürther Grund** vor dem Dorfe Sürth Auch hier sind theils zum Schutze des fiscalischen Ufers theils zur Verbauung der Sürther Bucht von 1860 bis 1866 im ganzen acht Buhnen gebaut worden, ohne den extraordinären Fonds zu belasten. Die für 1870 in Aussicht genommene neunte Buhne wurde nicht ausgeführt mit Rücksicht auf die Erhaltung eines für die Flösserei wichtigen Liegeplatzes, so dass dieses System

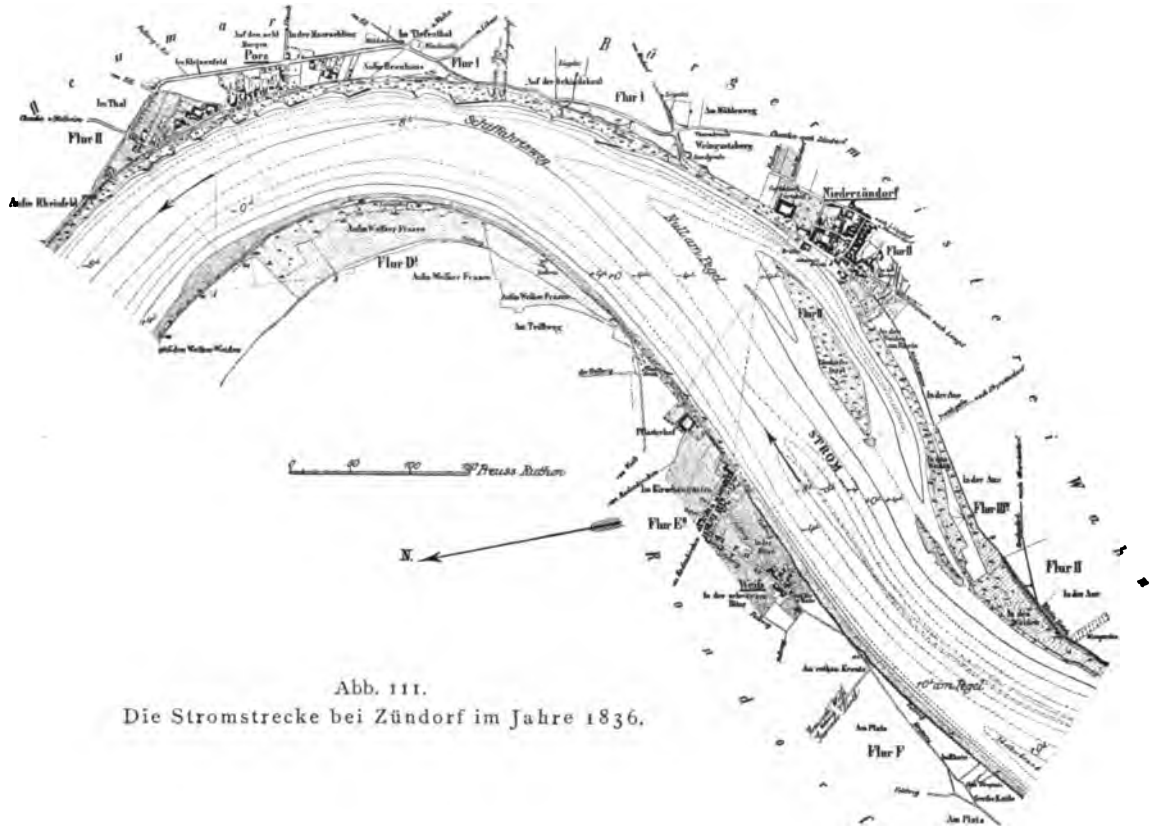


Abb. 111.
Die Stromstrecke bei Zündorf im Jahre 1836.

unvollendet geblieben ist. Da der Schiffahrt indess hieraus bisher wesentliche Schwierigkeiten nicht erwachsen sind, so ist von einer weiteren Verbauung der Bucht bisher Abstand genommen (vergl. Abb. 110).

7. **Vor Zündorf** lag 1850 noch die Zündorfer Insel frei im Strome, war jedoch an ihrem oberen Ende so weit abgebrochen, dass in dem oberen Einlauf des rechten Nebenarmes nur noch sehr geringe Tiefen bestanden (Abb. 111). Im Jahre 1851 wurde deshalb vom Uferrande oberhalb des Armes bis zur oberen Spitze der Insel eine Rausche hergestellt und 1852 in den tieferen Lagen mit Steinen befestigt (1692,43 Mark). Von der oberen Inselspitze aus wurde im Jahre 1852 ferner eine Coupirung quer zum Nebenarme aus Packwerk in Höhe von 9' (2,80 m) am Pegel erbaut (3342,37 Mark). Der weitere Ausbau der Insel mit Schlickfängen, Buhnen, einer weiteren Coupirung des Nebenarmes vor Niederzündorf und einem Richtwerke am unteren Ende der Insel

gelangte von 1862 bis 1864 aus etatsmässigen Mitteln zur Ausführung. Die mit einfachsten Mitteln bewirkten Arbeiten haben zwar den Anschluss der Insel ans Ufer zur Folge gehabt, da die Verlandung sehr schnell vor sich gegangen ist. Die leichten Werke an der Insel haben aber im Laufe der Zeit sehr gelitten und der Hafen vor Niederzündorf hat der starken Verlandung wegen wiederholt ausgebaggert werden müssen. Dem Hauptstrome sind indess bisher keine Schwierigkeiten hieraus erwachsen. Von Zündorf bis Porz ist das rechte Ufer durch alte Triangelwerke gedeckt, von Porz bis Westhoven durch Steindeckwerk befestigt (Abb. 112).

8. **Zwischen Westhoven und Rodenkirchen** hatte das Strombett früher eine übermässige Breite angenommen. Ein Mittelgrund, der mitten im Strome lag und ihn in zwei Arme spaltete, war

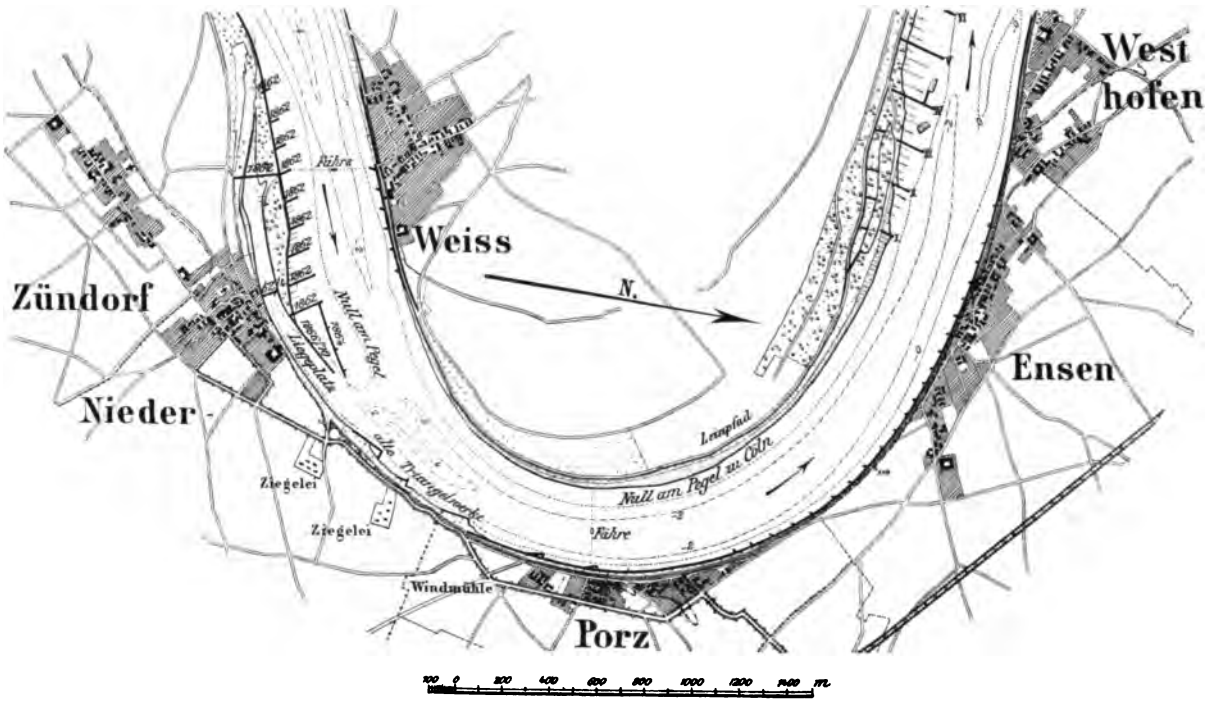


Abb. 112. Der Rhein von Zündorf bis Westhofen im Jahre 1874, mit Tiefenlinien von 1860.

alt und festgelagert. Verschiedene Havarieen von Schiffen — unter anderm war auch ein Personendampfer der Cölnischen Gesellschaft hier dienstunfähig geworden — gaben schon in den fünfziger Jahren Anlass, mit einzelnen Arbeiten vorzugehen. Auf dem „Rosamentsgrunde", der vor dem unteren Ende des Dorfes Westhoven oberhalb dieser Stromspaltung weit in den Strom vom rechten Ufer aus vortrat, waren viele grosse Steine gehoben worden, die zur Hälfte in Kies eingebettet lagen und vielfach 1 m Durchmesser besassen. Um mehr Fahrtiefe zu schaffen, war von 1856 bis 1860 das linke concave Ufer von Ensen gegenüber bis Rodenkirchen hin durch ein System von 14 Buhnen, die in 50 Ruthen (188 m) Abstand von einander lagen, verbaut worden. Die Buhnen waren aus Packwerk, in ihrer Krone bespreitet 6' (1,90 m) breit, lagen in Höhe von 9' (2,80 m) am Pegel und hatten $1^1/_2$fache Seitenböschungen sowie vierfache Kopfböschungen. Vor Buhne XII, XIII und XIV wurden 8 m bezw. 19 m bezw. 30 m lange Kopfschwellen im Jahre 1861 vorgelegt, die aus Senkfaschinen hergestellt wurden (58038,12 Mark). „Die Wirkung

dieser langen Stromregulirungswerke", sagt das Befahrungsprotokoll vom 27. September 1862, „ist im grossen ganzen ausserordentlich, wenn auch nicht überall ganz gleichmässig, da auch hier, wie an anderen Orten, bei der Vertiefung des Strombettes Sandhügel dicht hinter den Buhnenköpfen entstanden sind." Wo früher der Mittelsand lag, entstanden nunmehr die grössten Tiefen in dieser Stecke, wie dies der concaven Natur des Ufers entsprach (Abb. 113).

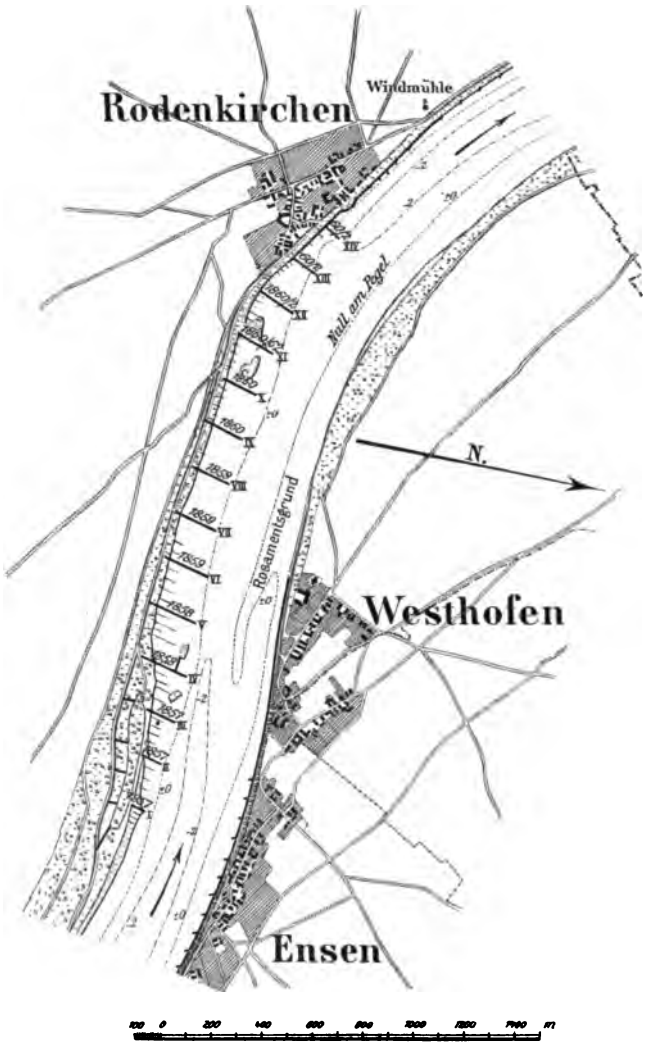


Abb. 113. Die Regulirung bei Rodenkirchen im Jahre 1874, mit Tiefenlinien von 1860.

Ein Abtreiben des mit vielen Steinen durchsetzten Rosamentsgrundes vollzog sich jedoch nicht und die Schwierigkeiten, die früher oberhalb Rodenkirchen an dem Mittelsande bestanden hatten, verlegten sich allmählich stromauf in den Uebergang vom rechten zum linken Ufer zwischen Ensen und Westhoven. Kleinere Arbeiten hatten wenig Erfolg, so dass hier im Jahre 1890 die normale Fahrrinne von 150 m Breite in Höhe von — 1 m Cölner Pegel durch Baggerung geschaffen werden musste. Hand in Hand damit ging eine entsprechende Einschränkung des Profils durch Vorschiebung des rechten Ufers vor Ensen und Westhoven mittels neun Buhnen bis zur Correctionslinie. Da zur Herstellung der Fahrrinne 42000 cbm gebaggert werden mussten und diese Massen zu den Buhnen nicht volle Verwendung fanden, so war es möglich, vor Westhoven einen Ladeplatz von 200 m Länge und 75 m Breite herzustellen. Die enge schmale Fahrrinne am linken Ufer wurde durch eine auf — 3 m Cölner Pegel gelegte Grundschwelle verbaut. Die Kosten dieser Regulirung betrugen 59750,14 Mark. Die hergestellte Fahrrinne hat sich bis jetzt im allgemeinen erhalten, wenn auch heute dasselbe wie im Jahre 1862 bemerkt werden muss, dass die leichte Beweglichkeit des Geschiebes hier noch leicht zu Veränderungen neigt und besonders in der Rodenkirchener Ward am linken Ufer schon zu vielfachen künstlichen Einebnungsarbeiten Anlass gegeben hat (Abb. 114).

Die Stromstrecke unterhalb der Siegmündung kennzeichnet sich durch ein leicht bewegliches Geschiebe, das sich auf den alten festgelagerten und vielfach mit grossen Steinen durchsetzten Kiesbänken entlang bewegt. Je mehr die unteren Strecken der Sieg in ihren Ufern befestigt und regulirt werden, desto mehr wird sich die Masse dieses Geschiebes verringern, desto regelmässiger wird die Geschiebeführung des Rheins sich gestalten.

Allerdings ist auch am Rhein selbst zwischen Bonn und Cöln bisher nur wenig geschehen, wie aus den vorstehenden Anführungen hervorgeht, die Strombreiten sind meistens noch sehr gross, zum Theil weit grösser wie unterhalb Cöln. Da aber oberhalb Cöln 0,50 m weniger Fahrtiefe nothwendig war wie unterhalb Cöln, während Wassermenge und Gefälle nahezu einander gleich sind, so reichten hier bisher wenige leichte Arbeiten hin, um diese Strecke dem bisherigen Bedarf entsprechend zu gestalten. Bei der hervorgehobenen leichten Beweglichkeit des Geschiebes ist es aber nicht ausgeschlossen, dass ein Schiffswrack in kurzer Zeit hohe Mittel-

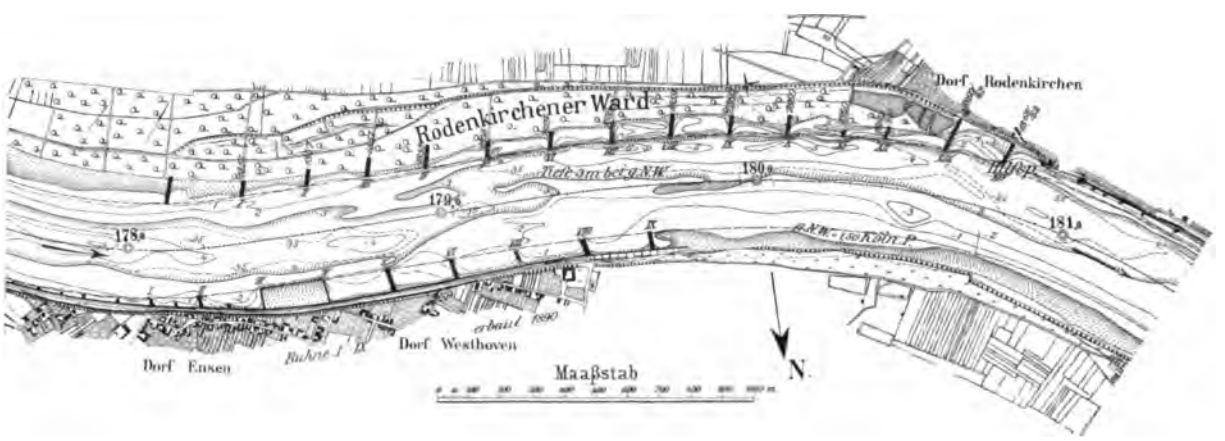


Abb. 114. Der Rhein von Ensen bis Rodenkirchen im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1895.

sände hinter sich ansammeln kann, wie dies gelegentlich mehrfach eingetreten ist, oder dass bei Niedrigwasser sich plötzlich auf einzelnen Uebergängen derartige Untiefen einstellen, dass die Schiffahrt vorübergehend vollständig gesperrt wird, wie dies im Herbste 1895 bei Poll, kurz oberhalb Cöln, der Fall war.

Der Umfang der Räumungsarbeiten, die fortan hier erforderlich werden dürften, steht demnach in unmittelbarem Zusammenhange mit den Arbeiten, die zur Regulirung der Sieg unternommen worden. Insbesondere steht zu befürchten, dass bei unvollständigen Durchstichen, wie solche an der Sieg geplant sind, die Wassertiefen des Rheins an der Herseler Insel und auf den weiteren Stromübergängen bis Cöln hin in Mitleidenschaft gezogen werden.

VI. Die Stromstrecke von Cöln bis Düsseldorf.

„Die weite Ebene, welche der Rhein unterhalb Cöln bis Düsseldorf in vielen Krümmungen durchschneidet und welche sich nur theilweise über die höchsten Wasserstände erhebt", heisst es im Befahrungsprotokoll XVII der technischen Vertreter der Rheinuferstaaten vom 6. Mai 1849, „besteht durchgängig aus aufgeschwemmtem Boden, welcher zum Theil den Diluvialgebilden, zum Theil aber der Alluvialformation angehört. In das Strombett münden viele Schlenken aus, welche mit wenigen Ausnahmen bis über das höchste eisfreie Wasser durchdämmt sind. Zusammenhängende Deichsysteme finden sich längs dieser Abtheilung des Rheins nicht vor. Die Breite des Strombettes wechselt zwischen 151 m (bei Düsseldorf) und 620 m (bei Worringen). Bei niedrigem Wasserstande werden Stromspaltungen erzeugt durch eine Kiesablagerung oberhalb Mülheim (welche auf 6' am Pegel liegt), durch den Hitdorfer Ort (von 8' Pegelhöhe), durch den Worringer Grund (von 8' Pegelhöhe) und durch eine Kiesbank oberhalb Grimlinghausen, welche auf 6' am Pegel liegt. Die Tiefe ist in den ziemlich regelmässigen Stromstrecken ungefähr 3 m unter dem Nullpunkte des Cölner Pegels, die grössten Tiefen befinden sich bei Baumberg und Benrath, wo sie etwa 11 m, und bei Düsseldorf, wo sie 20 m unter Null beträgt."

Dieser allgemeinen Beschreibung gegenüber sind im Laufe der Zeit einige Aenderungen eingetreten. Das linke Rheinufer ist von Cöln bis unterhalb Worringen zum Theil durch eine Anzahl kleinerer Dämme, zum Theil aber durch einen zusammenhängenden Deich hochwasserfrei abgeschlossen, auch von Zons bis Stürzelberg, Itter bis Himmelgeist, bei Hamm und Neuss sind Einschränkungen des Hochwassers zu gunsten der hochliegenden Vorländer vorgenommen. Die der Schiffahrt hinderlichen Stromspaltungen sind beseitigt, die Wassertiefen sind gleichmässiger wie früher ausgebildet.

Das Stromgefälle zwischen Cöln und Düsseldorf beträgt annähernd 1 : 6000, schwankt aber bei Niedrigwasser in den einzelnen Kilometern zwischen 1 : 3000 (auf dem Platthals unterhalb Worringen und oberhalb Himmelgeist) und 1 : 17000 (bei Baumberg, Benrath und Heerdt).

Der Leinpfad liegt von Cöln bis Düsseldorf auf dem linken Ufer, in Höhe von + 5 m Cölner Pegel bis Worringen und unterhalb Worringen von + 4,40 m Düsseldorfer Pegel. Er war 1850 im allgemeinen bereits fertig ausgebaut. Die Länge der theils in massiven Steindeckwerken, theils in Faschinenpackwerk mit vorgelegten Köpfen ausgebauten Leinpfade betrug 1849 auf dieser Strecke 10650 m.

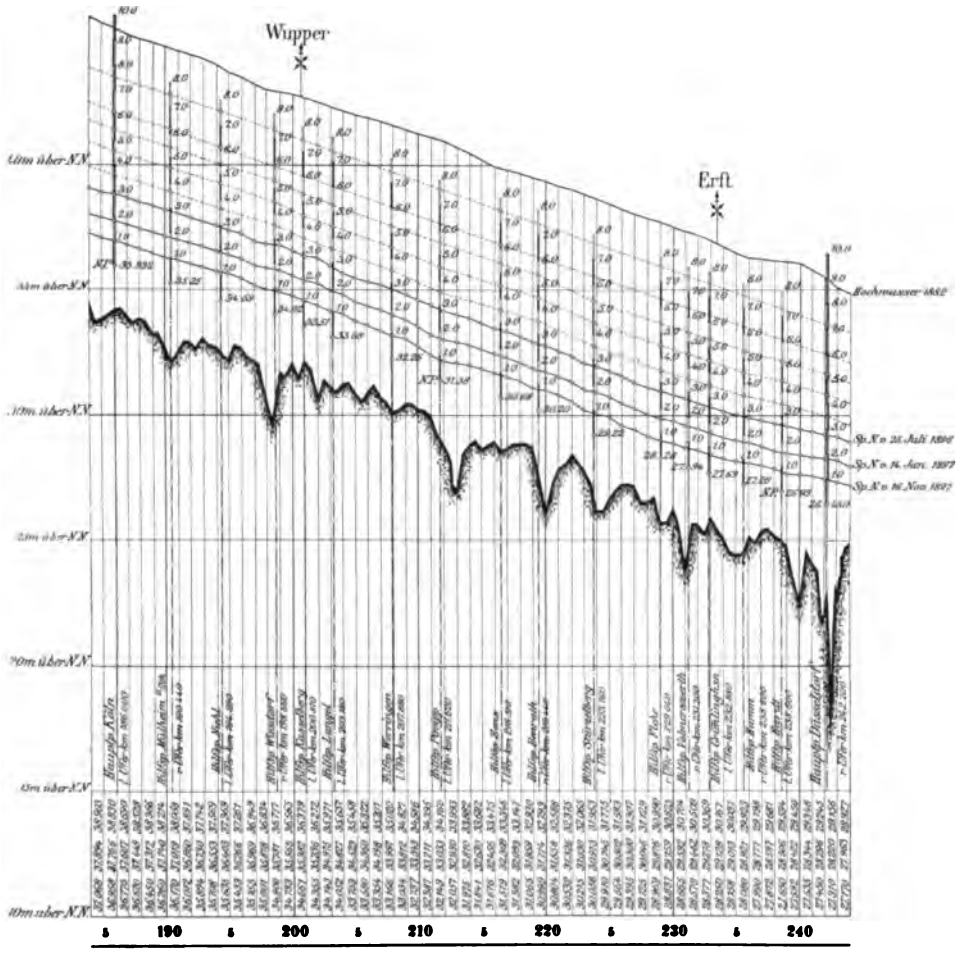


Abb. 115. Längenschnitt des Rheins von Cöln bis Düsseldorf
(unter Darstellung der mittleren Sohlenlage bei gemitteltem Niedrigwasser).

Auch zum Zwecke der Stromregulirung waren im Jahre 1849 bereits eine Reihe von Uferdeckungen vorgenommen, so dass im ganzen 12080 m massive Steindeckwerke und 14850 m Uferstrecken, die in Faschinenpackwerk mit vorgelegten Köpfen und Buhnen gedeckt waren, bestanden.

Die Arbeiten, welche hier seit 1851 von der Strombauverwaltung ausgeführt sind, erstrecken sich fast ausschliesslich auf die Regulirung des Stromes, insbesondere auf die Beseitigung der Hindernisse, die der Schiffahrt entgegentraten. Derartiger Hindernisse gab es, wie schon aus dem Befahrungsprotokoll der technischen Commission von 1849 hervorging, eine ganze

Reihe. Namhaft gemacht wurden damals der „Katzenkopf“ bei Mülheim, der Wiesdorfer Grund, die Merkenicher Kehle, der Worringer Grund und der Platthals bei Worringen, der Baumberger Kolk und besonders die starken Serpentinen bei Düsseldorf.

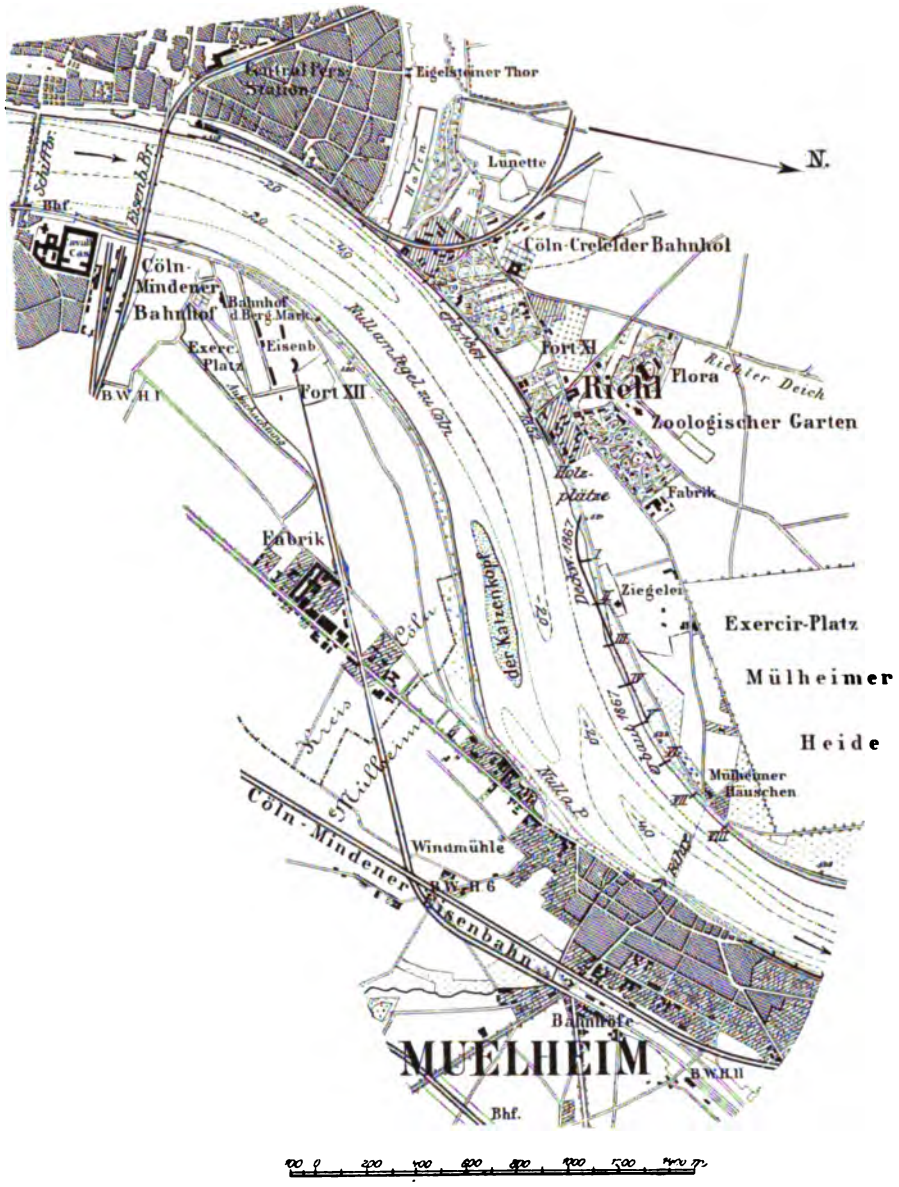


Abb. 116. Der Rhein von Cöln bis Mülheim im Jahre 1874.

1. Der Katzenkopf **zwischen Cöln und Mülheim** spaltete den Strom in zwei Arme, von denen der linke Arm sich mehr und mehr als Hauptarm ausbildete und fast ausschliesslich von der durchgehenden Schiffahrt benutzt wurde, während der rechte Arm mehr und mehr verlandete. Die starke Krümmung des Stromlaufs zwischen Cöln und Mülheim wirkte besonders bei Hochwasser, wo sich grosse Wassermassen über die Mülheimer Heide am linken Ufer nach Niehl

hin ergossen, auf einen fortschreitenden Abbruch des linken Hochufers unterhalb Cöln, so dass 1850 keine andere Wahl übrig blieb, als den am Fusse des Hochufers liegenden Leinpfad, der dem Angriff des Eises und Stromes voll ausgesetzt war, bis zur Höhe von 10′ bis 16′ (3,10 bis

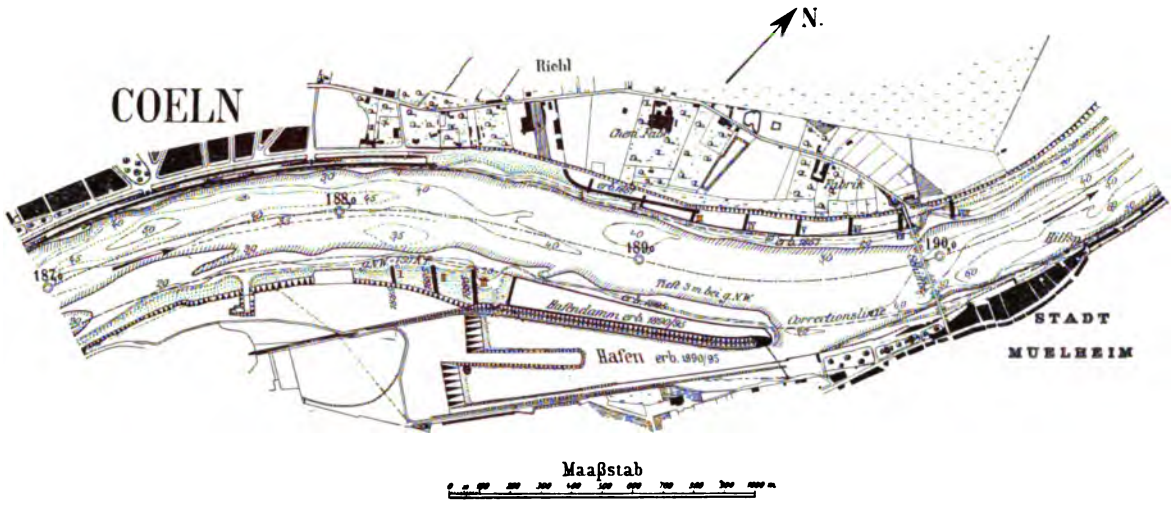


Abb. 117. Der Hafen bei Mülheim am Rhein im Jahre 1900.

5 m) am Pegel durch ein Steindeckwerk zu verbauen. Dies geschah im Jahre 1851 auf 693 m Länge vom alten Sicherheitshafen an abwärts bis zum Mumm'schen Garten (14700 Mark) und im Jahre 1852 auf weitere 188 m Uferlänge (2997 Mark). In Abständen von je 10 Ruthen (37,70 m)

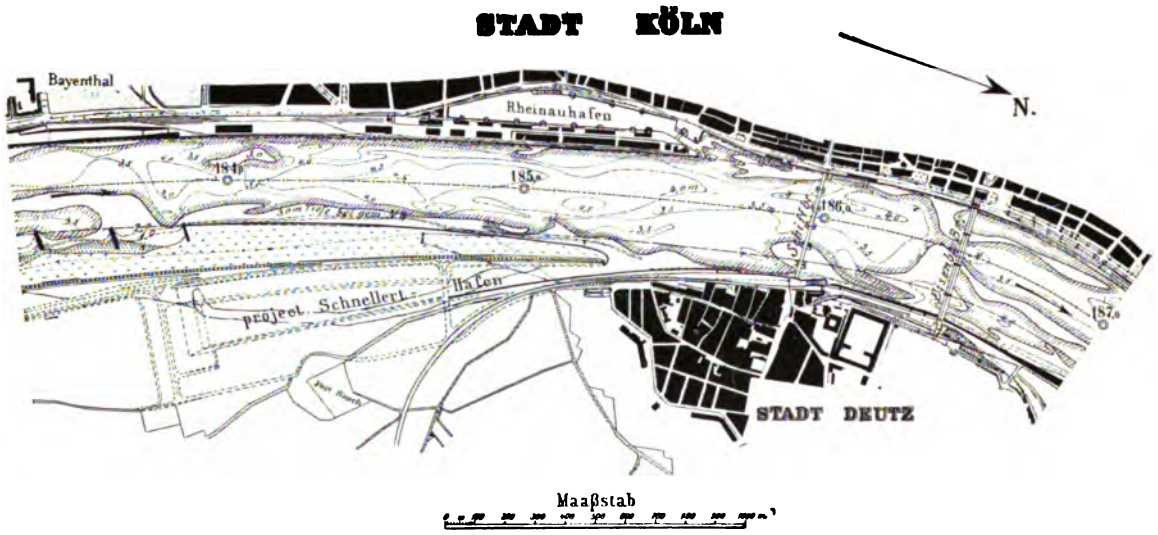


Abb. 118. Der Hafen von Cöln im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1895.

wurden dabei flache Böschungsköpfe zur Sicherung gegen Unterspülung des Hochufers vorgeschüttet. Im Jahre 1867 wurde von der Grenze der Holzplätze an das weiter stromab liegende Ufer bis zum Mülheimer Häuschen durch ein 136 m langes Steindeckwerk und durch acht Buhnen befestigt (10041 Mark), vergl. Abb. 116.

Ueber den Ausbau des rechtsseitigen Ufers wurde erst im Jahre 1885 ein Entschluss gefasst. Im Hinblick auf die Verkehrsverhältnisse nahm man hier schliesslich von Buhnen Abstand und erbaute ein 970 m langes Parallelwerk, das den Strom bei Mittelwasser auf 280 m Breite einschränkt. Nur am oberen Ende wurden neben der den Abschluss des Parallelwerks bewirkenden Traverse noch drei Buhnen erbaut. Am Katzenkopfe erfolgte zugleich eine derartige

Abb. 119. Der Rheinauhafen bei Cöln während des Eisgangs im Winter 1899/1900.

Abbaggerung, dass eine Fahrrinne von 120 m Breite bis zur Tiefe von —1,50 m Cölner Pegel hergestellt wurde. Die gebaggerten Kiesmassen (61623 cbm) wurden theils zu den neuen Werken verwendet, theils am linken Ufer eingebaut. Die Gesammtkosten betrugen 162984,29 Mark.

Diese Arbeiten waren kaum beendet, als die Benutzung der von dem Parallelwerke abgeschnittenen Wasserfläche zu Hafenzwecken in Frage kam. Es fehlte an sicheren Liegeplätzen in der Nähe von Cöln. Der sogenannte Nordhafen, der, zu Anfang des Jahrhunderts erbaut, als

Sicherheitshafen dienen sollte, genügte nicht mehr den Anforderungen. Seine Einfahrt war zu eng und ungünstig, die Ufer waren theilweise eingefallen, die Tiefe und insbesondere die Grösse desselben war unzureichend. Die Hafenbucht am Schnellert oberhalb Deutz genügte kaum für Unterbringung der Schiffbrücke und der städtische Rheinauhafen sollte beim Ausbau der städtischen Werft- und Hafenanlagen theilweise zu einem Werftbahnhofe Verwendung finden. Im Zusammenhange mit der Stadterweiterung und den Werftbauten der Stadt Cöln, die eine 4 km lange Quailinie am freien Strome zu schaffen in Aussicht nahmen, wurde daher der Nordhafen aufgegeben und die Herstellung eines neuen Schutzhafens bei Mülheim in Angriff genommen. Nach langen Erörterungen und Verhandlungen begannen die Arbeiten im Jahre 1890 und sind

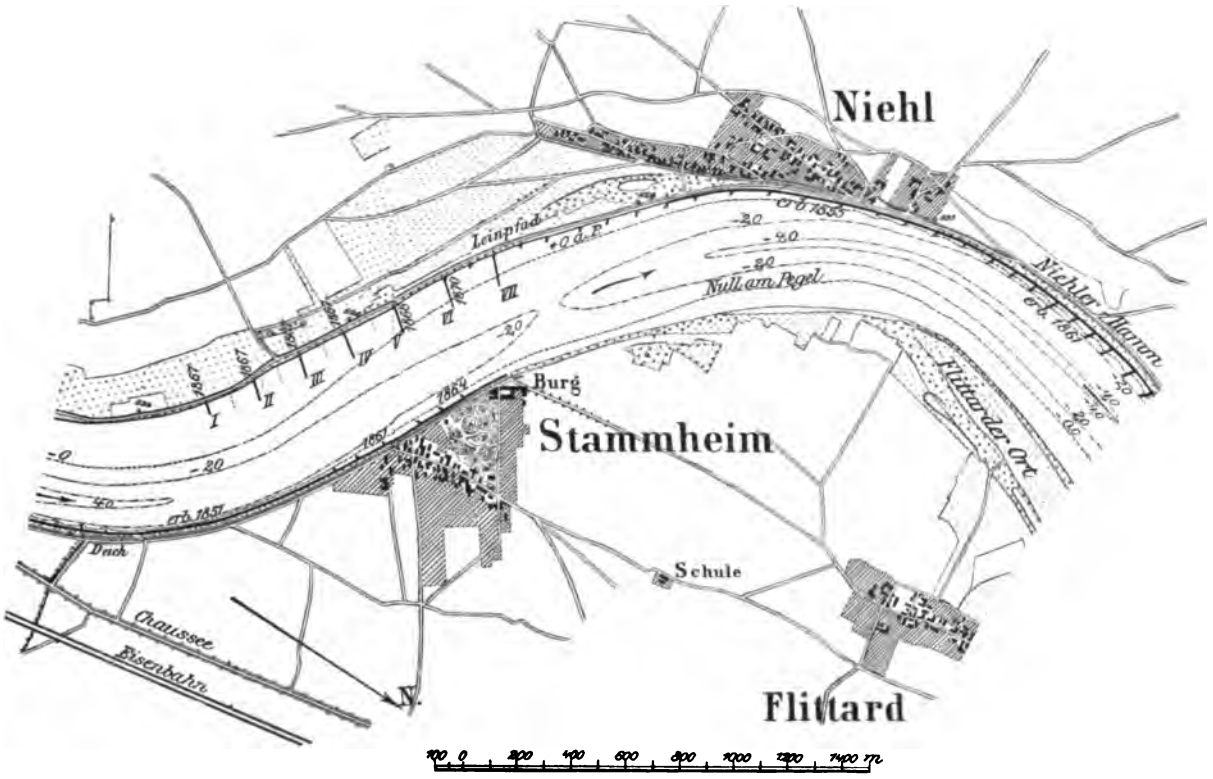


Abb. 120. Der Rhein zwischen Stammheim und Niehl im Jahre 1874.

im Jahre 1895 beendet worden. Ein mit seiner 3 m breiten Krone 50 cm über Hochwasser von 1882 liegender Damm trennt den Hafen vom Rhein. Das 1273 ar grosse Hafenbecken hat meist flach geböschte Ufer erhalten; nur in kurzer Länge wurden steilere Mauern angelegt, die einen Ladeverkehr ermöglichten und von der Stadt Mülheim in Ergänzung ihrer neuen, am unteren Ende des städtischen Hafens erbauten städtischen Werft pachtweise übernommen und mit Anschlussgleisen an die Eisenbahn ausgerüstet sind. (Die Kosten des Hafens betrugen 1 245 395,26 Mark und sind aus Cap. 6 Tit. 10, Cap. 5 Tit. 5 und Cap. 7 Tit. 5 bestritten.) Vergl. Abb. 117.

Die Werft- und Hafenbauten, welche die **Stadt Cöln** gleichzeitig am Rhein anlegte, bestehen in dem Ausbau des linken Rheinufers von der Weichbildgrenze der Stadt oberhalb Marienburg bis zur Frohngasse am zoologischen Garten und theilen sich in die Oberländer

Werft vor Marienburg und Bayenthal, in die Aggrippina- und Hansa-Werft oberhalb der Mündung des Rheinauhafens, die Rheinau- und Holzwerft am Rheinauhafen, die Leistapelwerft bis zur Schiffbrücke, die Frankenwerft bis zur Machabäerstrasse, die Kaiser Friedrich- und Niederländer Werft bis vor Riel. Weitere Arbeiten stromab bis gegenüber von Mülheim und der Ausbau des Schnellert am rechten Ufer zu einem grossen Industriehafen sind in Aussicht genommen. Die Aufwendungen der Stadt Cöln für Werft- und Hafenbauten betrugen bei Eröffnung des Hafens im Jahre 1898 im ganzen 20 Millionen Mark. Staatlicherseits sind Beiträge nicht geleistet worden, auch die zehn Buhnen, die am rechten Ufer vor Poll im Jahre 1898 zur Regulirung des Stromes erbaut sind, gehören der Stadt Cöln und werden von ihr unterhalten (Abb. 118 und 119 s. S. 127).

2. **Unterhalb Mülheim** folgt rechts das Stammheimer Ufer, welches, in starker Krümmung gelegen, dem Abbruch sehr ausgesetzt war. Um das Ufer nicht übermässig zurückweichen zu lassen, hat der Staat dasselbe vertheidigen müssen, soweit die Ufergrundstücke kleinen Besitzern gehörten. An den Grundstücken des Grafen von Fürstenberg blieb der Uferschutz

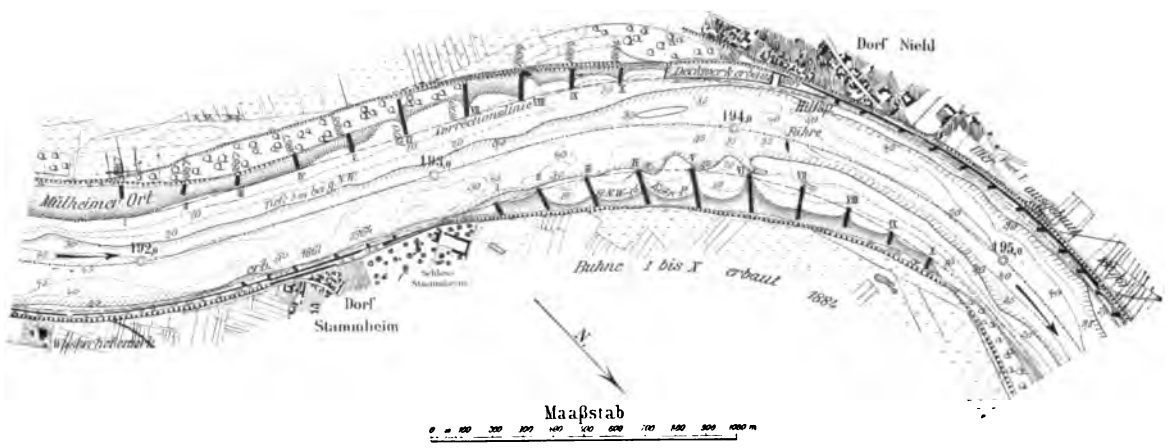


Abb. 121. Die Stromstrecke von Stammheim bis Niehl im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1895.

dagegen zunächst diesem überlassen. Im Jahre 1851 wurde das Ufer vor den auf der Böschung gepflanzten Pappeln in rund 750 m Länge durch ein Steindeckwerk befestigt (8847 Mark). Daran anschliessend wurden im Jahre 1861 bis zum Garten des Grafen von Fürstenberg hin die hier liegenden vier alten Buhnen neu aufgeholt und ausgebaut und die Intervalle zwischen denselben befestigt (11533 Mark). Im Jahre 1864 mussten auch die nächstfolgenden zwei Buhnen neu aufgeholt und in ihren Intervallen das Ufer befestigt werden, um nicht durch den sicher zu erwartenden weiteren Abbruch auch die oberhalb liegenden Werke zu gefährden (11997 Mark). Das Hochwasser vom Jahre 1876 verursachte an den Deckwerken Beschädigungen, die aus extraordinären Fonds gedeckt wurden (3082 Mark). Anderweite Kosten sind den extraordinären Fonds hier bisher nicht erwachsen. Auch die Erbauung der sieben Buhnen am linken Ufer gegenüber von Stammheim, die den Anschluss des Stammheimer Grundes an das linke Ufer bezweckten, ist in den Jahren 1867 bis 1870 aus etatsmässigen Fonds erfolgt (Abb. 120).

Dagegen ergab sich im Jahre 1884 die Nothwendigkeit, den Uebergang des Stromes von Stammheim nach Niehl durch Baggerung auf die normale Tiefe von —1,50 m Cölner Pegel zu bringen und die Ufer durch drei Buhnen und ein 532 m langes Deckwerk vor Niehl am

linken Ufer, sowie durch zehn Buhnen am rechten Ufer unterhalb Stammheim bis zur Correctionslinie vorzuschieben. Es wurden im ganzen 86428 cbm Kies in der Fahrrinne gebaggert und zu den Werken und der Ufervorschüttung verwendet. Die Baukosten betrugen 159250,69 Mark (Abb. 121).

Auch das unterhalb Niehl gelegene linke Ufer im Niehler Hamm musste auf Staatskosten vertheidigt werden, um den gegenüber liegenden Flittarder Ort nicht noch weiter in den Strom vortreten zu lassen. Schon im Jahre 1855 war das Leinpfadufer vor dem Dorfe Niehl in 500 m Länge durch ein Steindeckwerk gesichert worden (9600 Mark). Im Jahre 1856 wurde das concave Ufer vom Hayenkopf bis zu den Merkenicher Dörnen durch Anlegung vier neuer

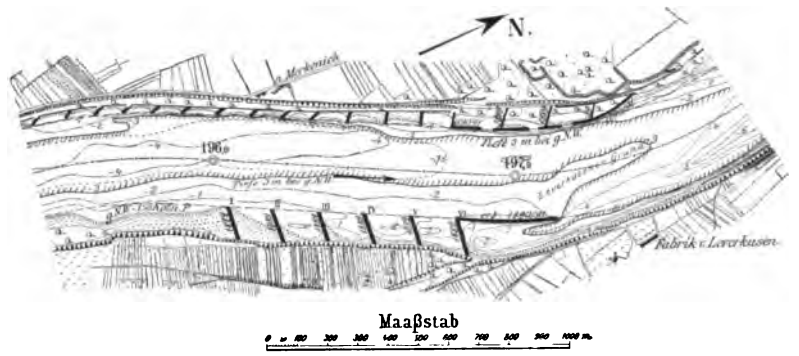


Abb. 122. Der Rhein bei Leverkusen im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1896.

Einschränkungswerke gegen Abbruch gesichert (12606 Mark). In den Jahren 1857 bis 1861 wurden am linken Ufer im Niehler Hamm die kleinen nahe liegenden Buhnenköpfe aus etatsmässigen Mitteln wieder aufgeholt und in den Intervallen neu befestigt.

3. Für den **zwischen Niehl und Wiesdorf** liegenden Stromübergang bedurfte es dagegen zur Herstellung und Sicherung ausreichender Fahrtiefen einer durchgreifenden Regulirung. Kurz oberhalb der Stelle, wo jetzt die Fabrik Leverkusen liegt, lag mitten im Strome der Auslauf des Flittarder Werths, ein altes Mittelfeld, durchschnittlich 75 cm über der Normalsohle. Die

Abb. 123. Querschnitt des 1890 erbauten Parallelwerks bei Leverkusen.

Hauptfahrrinne lag früher nahe am rechten Ufer, da der Strom die Verbindung zwischen dem Flittarder Werth und dem Mittelsand durchbrochen hatte. Die Strombreite betrug bis zu 425 m. Die gleichmässige Stromführung forderte die Beseitigung dieser Mittelbank und wurde daher im Jahre 1889 eine 150 m breite Fahrrinne in normaler Tiefe durch dieselbe mittels Baggerung hindurchgeführt. Die gewonnenen Bodenmassen wurden zum Bau von sechs Buhnen am rechten Ufer und drei Buhnen am linken Ufer, die den Strom auf die normale Breite von 300 m einschränkten, verwendet. Die Ausführungskosten betrugen 54304,94 Mark (vergl. Abb. 122).

Ein vollständiger Anschluss der Mittelbank an das rechte Ufer wurde durch diese Arbeiten aber noch nicht erreicht, und da die Adjacenten gegen die Fortführung des Buhnensystems am rechten Ufer unterhalb der Mündung der den Flittarder Werth umziehenden Schlenke Einspruch

erhoben, musste im Jahre 1890 und 1891 vom Kopf der untersten Buhne am rechten Ufer ein 325 m langes Parallelwerk in der Correctionslinie bis auf den Mittelsand geführt werden, dessen Kosten 31346,55 Mark betrugen. Auch am linken Ufer wurden vor den Buhnenköpfen längere Flügel zur besseren Stromführung vorgelegt. Ganz beseitigt sind die Schwierigkeiten indessen auch heute noch nicht, da wiederholt auf dem Leverkusener Grunde Baggerungen nothwendig geworden sind, um die normale Fahrtiefe aufrecht zu erhalten.

4. Die starke Stromkrümmung **an Wiesdorf entlang bis zur Wuppermündung** hin gehört zu denjenigen Stromstrecken, die der Regulirung von jeher besondere Schwierigkeiten geboten haben. In ihr lag die in früheren Zeiten von den Schiffern so gefürchtete „Merkenicher Kehle," das Musterbild eines möglichst schlechten Stromüberganges. Vom Flittarder Ort an bis zur

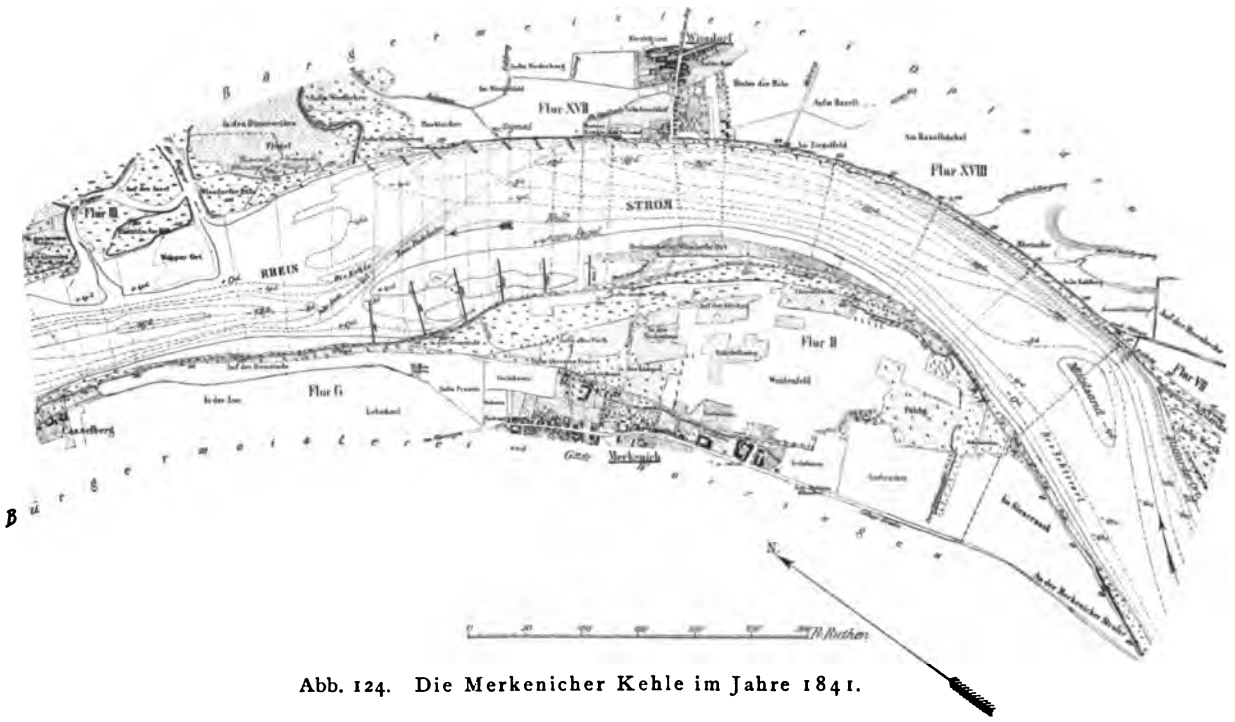


Abb. 124. Die Merkenicher Kehle im Jahre 1841.

Wuppermündung hin war das feste Ufer mehr und mehr zurückgewichen, so dass es eine grosse einspringende Uferbucht bildete. Bis unterhalb Wiesdorf lagen dicht am Ufer grosse Tiefen, die bis zum Wupper Ort an der Wuppermündung allmählich geringer wurden. Auch am linken Ufer zwischen Merkenich und Casselberg war das feste Ufer weit abgebrochen und bildete eine tiefe Bucht. Das über das niedrige Vorland fallende Hochwasser hatte von Merkenich an nahe am linken Ufer eine Thalrinne ausgespült, die von den grossen Tiefen vor Wiesdorf durch einen breiten hochliegenden Grund getrennt war. Schon in den dreissiger Jahren war eine schmale Rinne durch diesen Grund hindurchgebaggert. Dieselbe legte aber ihrer zum Hochwasserstrom ungünstigen Richtung wegen sich wieder zu. Eine Regulirung dieser Strecke war dringend nöthig, da die Sohle der Fahrrinne nur auf Null Cölner Pegel lag. Bei der Strombefahrung der Techniker der Rheinuferstaaten im Jahre 1840 war bei + 1,50 m Cölner Pegel die Wassertiefe in der Merkenicher Kehle 1,46 m, lag also noch 4 cm über Null. Es war dies

die geringste Tiefe, die im preussischen Gebiete unterhalb Cöln ermittelt wurde. Nachdem das Wiesdorfer Ufer Ende der dreissiger Jahre mit kurzen Buhnenköpfen gegen weiteren Abbruch einigermaassen gesichert war, wurde von 1839 bis 1841 der obere Theil der Merkenicher Bucht durch sechs lange Buhnen verbaut. Zwischen diesen Werken bildeten sich sehr bald starke Verlandungen aus (Abb. 124).

Im Jahre 1851 wurde eine weitere Buhne (Nr. VII vor Merkenich) erbaut, fünf obere Buhnen (Nr. II bis VI) verlängert und über dieselben von Buhne Nr. VI bis zum Merkenicher Ort ein Sommerleinpfad in Höhe von + 10 bis 12′ (3,10 bis 3,80 m) am Pegel erbaut (20034 Mark),

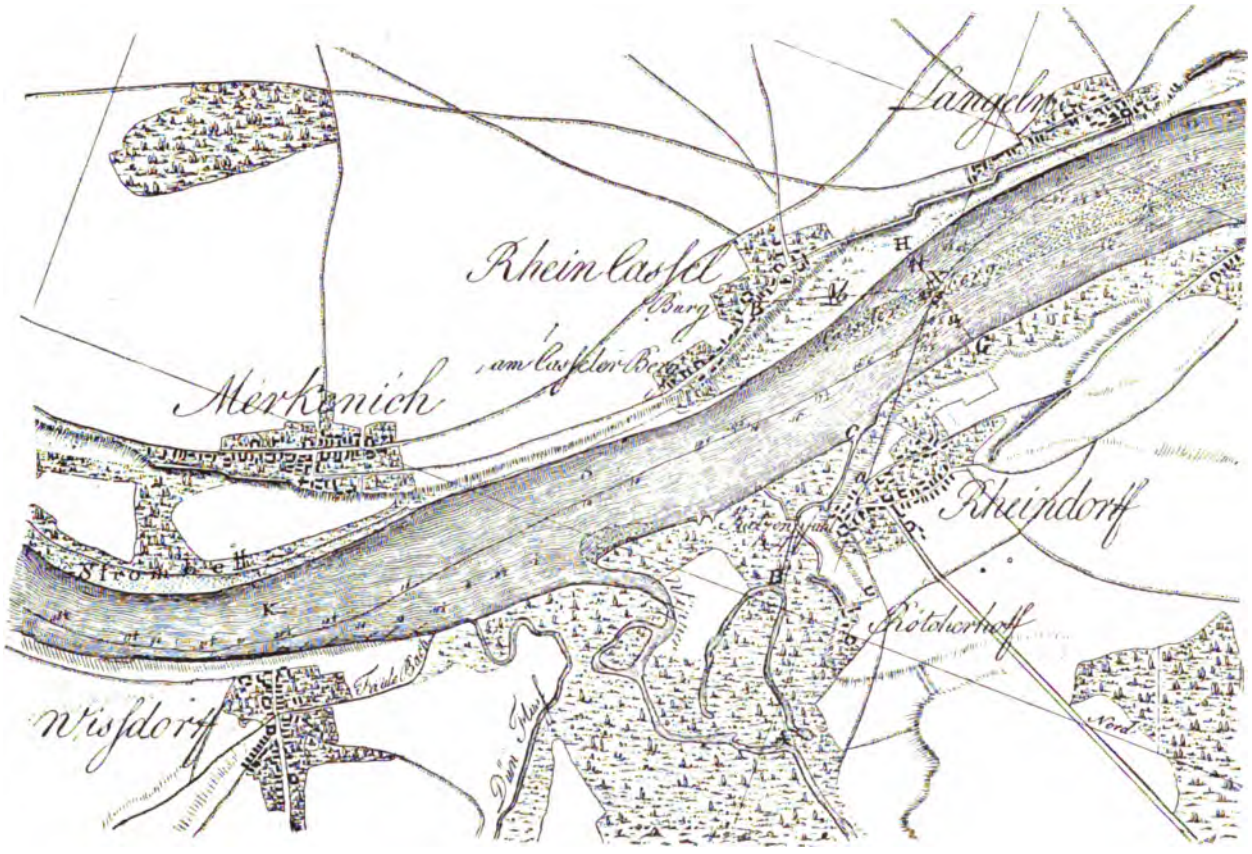


Abb. 125. Die Wuppermündung im Jahre 1798.

während im Jahre 1853 das Buhnensystem durch Ausbau der untersten vier Buhnen (Nr. VIII bis XI) fertig gestellt wurde (13796 Mark). Die Buhnen wurden unter Null am Pegel aus Senkfaschinen, darüber aus Packwerk hergestellt, ihre Köpfe lagen auf + 9′ (2,80 m) am Pegel (vergl. Abb. 126).

Gleichzeitig wurde auch am rechten Ufer vorgegangen, indem 1851 in der tiefen Stromrinne vor Wiesdorf im ganzen sechs Grundschwellen hergestellt wurden, deren Krone bei 3,80 m Breite auf —0,60 m am Kopfe und auf 0 m Cölner Pegel an der Wurzel lag; die Seitenböschungen waren zweifach, die Kopfböschung vierfach. Sie lagen vor den Buhnen Nr. V, VIII, XI, XIV, XVII und XX vor Wiesdorf. Gleichzeitig wurden auch einzelne Buhnenintervalle von neuem gedeckt (40187 Mark). Auch im Jahre 1853 mussten bei Wiesdorf selbst zwischen

Buhne Nr. V und VII (4490 Mark), sowie oberhalb der Wuppermündung zwischen Buhne Nr. XVII und XX neue Uferdeckungen angelegt werden (8398 Mark). Die Mündung der Wupper ist mehrfach verändert worden. Vor dem Jahre 1834 mündete die Wupper in starken Windungen ungefähr an derselben Stelle, wo jetzt ihre Mündung liegt. Um diese Zeit durchstach der Grundbesitzer die unterste Landzunge und verlegte dadurch die Mündung um etwa 400 m stromauf, so dass die Wupper fast rechtwinklig in den Rhein strömte (wie zu Wiebekings Zeit, vergl. Abb. 125) und im Strombette des Rheins sich der Wupper Ort wesentlich erhöhte. Im Jahre 1845 hatte der Rhein bei hohem Wasser diesen Durchstich zugelegt, so dass die Wupper

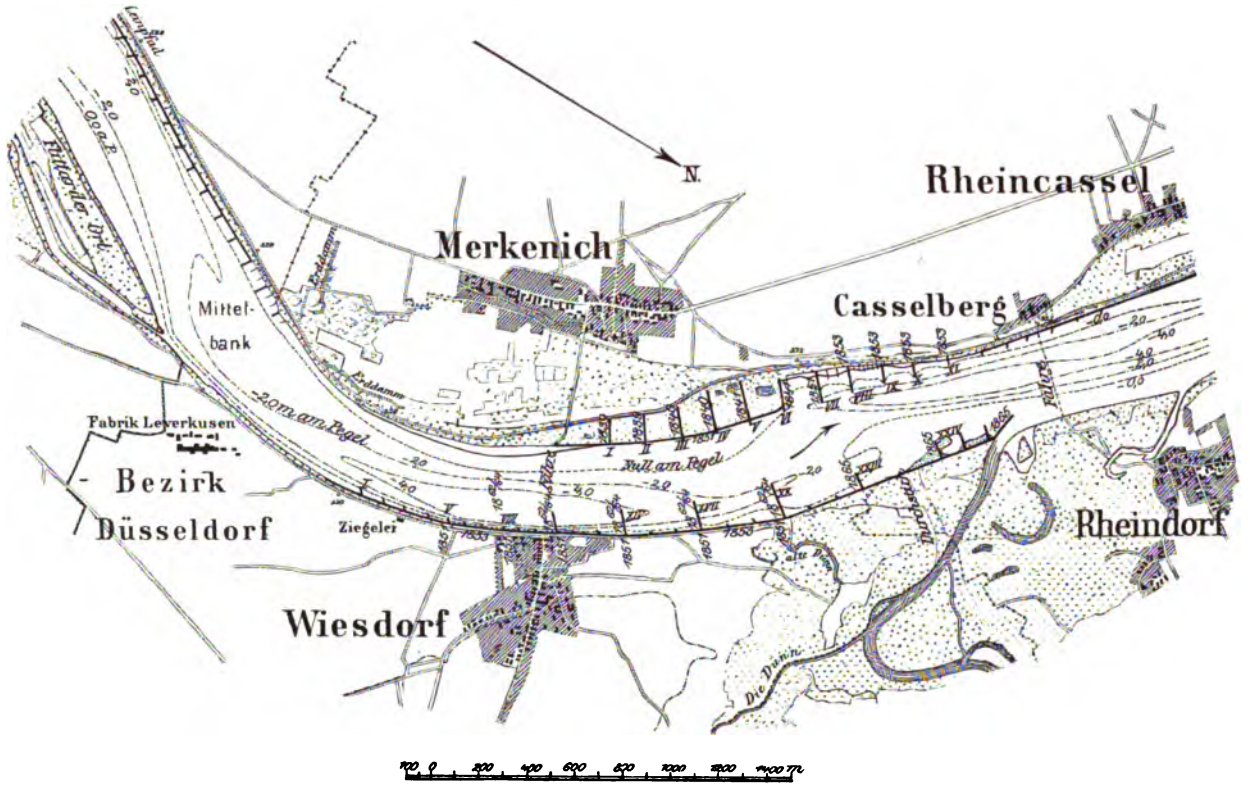


Abb. 126. Stand der Regulirungsarbeiten bei Merkenich und Wiesdorf im Jahre 1874.

wieder ihren alten Lauf nahm. Als sich jedoch 1853 die Wupper dem Durchstich wieder zuwendete, wurde die durchstochene Mündung mittels einer auf + 9′ (2,80 m) am Pegel liegenden Coupirung künstlich geschlossen (12600 Mark).

Die günstige Wirkung, die von den sechs vor Wiesdorf liegenden Grundschwellen auf die Vertiefung des Fahrwassers in der Merkenicher Kehle ausging, gab den Anlass, die Schwellen Nr. II bis VI im Jahre 1862 wesentlich zu verlängern (9437 Mark). Der nach dem Lande zu gelegene Theil der Grundschwellen wurde 1864 bis zur Buhnenhöhe aufgeholt. Unterhalb derselben wurden zwei weitere Buhnen (Nr. XXIII und XXIV), sowie ein Richtwerk an der Wuppermündung im Jahre 1865 erbaut (17905 Mark), vergl. Abb. 126.

Durch diese Arbeiten war der Strom allmählich auf normale Breite eingeschränkt worden. Die Buhnen am rechten Ufer lagen aber in zu grossen Abständen. Die Entfernung derselben betrug über 300 m. Als im Jahre 1880 reichlichere Geldmittel zur Verfügung standen, wurde

daher alsbald die Ergänzung des Buhnensystems mit Zwischenwerken in Aussicht genommen. Im Jahre 1881 wurden von Buhne Nr. XI bis zur Wuppermündung theils die alten im Jahre 1838 erbauten kleinen Buhnenköpfe bis zur Streichlinie verlängert, theils neue Werke angelegt. Die Kosten dieser zwölf neuen Zwischenwerke, für deren Herstellung das erforderliche Material durch Baggerung in der Fahrrinne gewonnen wurde, betrugen 97787,07 Mark. Bei diesen Zwischenwerken vor Wiesdorf sind die ersten Versuche angestellt worden, an Stelle des Faschinenbaues auch in den unteren Baukreisen mehr die massive Bauweise zur Anwendung zu bringen.

Im Jahre 1882 musste auch das Hochufer vor Wiesdorf, das bei den hohen Wasserständen, insbesondere beim Eisgang des Winters 1879/80 erneutem Abbruche ausgesetzt war, von neuem befestigt werden und wurde bis auf + 5 m am Pegel mit Rauhwehr gedeckt. Die Kosten betrugen 6818,05 Mark. Der vollständige Ausbau der Wuppermündung erfolgte nach einem abermaligen Ausbrechen der Wupper im Jahre 1890 unter Aufwendung von 27166,77 Mark,

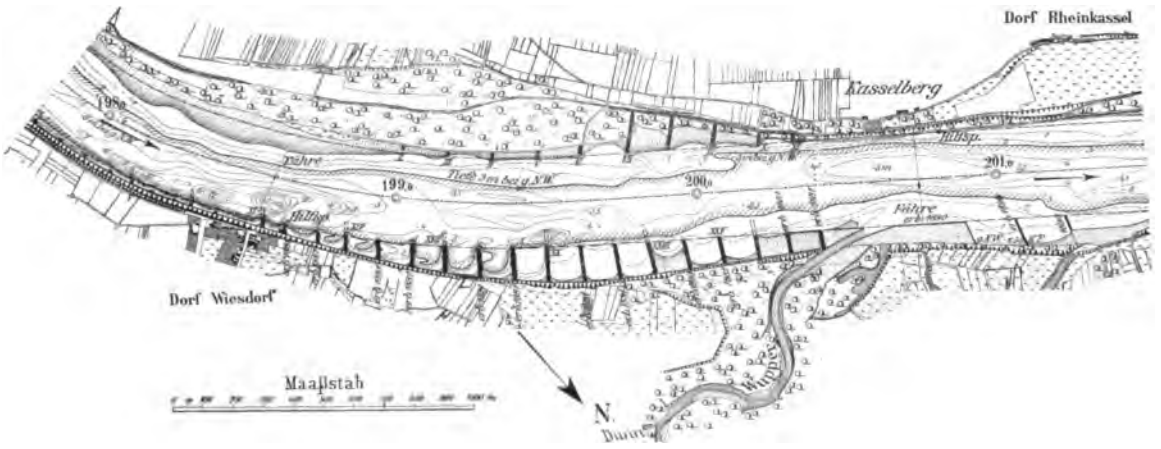


Abb. 127. Die Stromstrecke von Wiesdorf bis zur Wuppermündung im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1895.

wobei 9798 cbm Kies theils in der Wupper selbst, theils vor der Mündung derselben gebaggert wurden. Wiederholt waren zur Herstellung einer 150 m breiten Fahrrinne bis zur Tiefe von — 1,70 m Cölner Pegel bereits von 1887 bis 1889 Baggerungen aus etatsmässigen Fonds an der Wuppermündung ausgeführt worden, wobei die Baggermassen zur Ausfüllung der drei Buhnenfelder oberhalb der Wuppermündung und zur Anschüttung des ersten Intervalls unterhalb derselben verwendet waren. Zur Befestigung dieser Schüttungen mit Steinschüttung wurden im Jahre 1891 aus extraordinären Fonds 13000 Mark erforderlich. Die Wirkung all dieser Arbeiten ist ein fast vollständiger Erfolg. Die früheren Schwierigkeiten sind geschwunden, die Fahrrinne verläuft in schlanker Führung bei angemessener Breite und Tiefe. Nur vor Wiesdorf selbst sind die Tiefen in geringer Längenausdehnung anscheinend grösser wie sie früher waren, so dass gelegentlich eine Verlängerung der oberen vor Wiesdorf liegenden Grundschwellen in Frage kommen wird (vergl. Abb. 127).

5. Aehnlich wie zwischen Wiesdorf und Merkenich lagen die Verhältnisse in der anschliessenden Stromstrecke **von Rheincassel bis Hittorf.** Der Wasserbauinspector Schwedler zu Cöln äusserte sich unterm 29. April 1856 darüber folgendermaassen: „In der Strecke des

Rheinstroms unterhalb Cöln wiederholen sich von oberhalb Wiesdorf bis unterhalb Hittorf kurz aufeinander folgend dieselben Unregelmässigkeiten aus denselben Ursachen. Bei Merkenich ging ehedem die Strömung des Hochwassers zum Theil über ein flaches Vorland, eine Niederung desselben verfolgend, und ergoss sich unterhalb desselben wieder in das Hauptbett des Stromes. Der höhere Theil des convexen Vorlandes, welcher gleichsam ein Mittelfeld im Hochwassergebiet bildete, setzte sich im ordentlichen Rheinbette oberhalb des Einfalls der Seitenströmung, an welcher Stelle das Rheinbett eine das normale Maass überschreitende Breite hatte, schräg durch den Rhein gehend als Kiesbank fort, welche vor etwa 16 Jahren zur Anlage von Correctionswerken und zur Durchbaggerung der Kiesbank nöthigte und noch jetzt Correctionsarbeiten erheischt."

„Bei Rheincassel ist der Fall derselbe. Am Casselberg trennt sich auf der linken Seite vom Hauptbette des Rheins ein etwa 20 Ruthen breiter Nebenarm, der zwar jetzt unten und oben durch Verlandungsterrain etwa bis 18 Fuss Pegelhöhe geschlossen ist, indess doch in früherer Zeit, als er noch thätig war, zur Ausbildung eines Mittelfeldes im ordentlichen Rheinbette wesentlich beigetragen hat. Auf der hydrographischen Karte des Rheins ist dieser verlandete Nebenarm bei Rheincassel oben in dem höheren Theile mit dem Namen „auf dem Heublech", in seinem tieferen Theile, wo er jetzt selbst bei gewöhnlichen Wasserständen noch weich ist, mit dem Namen „Fuchskamp" und „in der Calle" bezeichnet (vergl. Abb. 128). Die Insel „auf dem Werth" ist der Ausgangspunkt einer Kiesbank, welche sich als langes Mittelfeld stromab nach der rechten Rheinseite hinzieht und sich dort an ein höheres Mittelfeld, den „Hittorfer Ort" anschliesst. Dieses letztere Mittelfeld ist die von der rechtsseitigen Strömung abgetrennte Spitze einer früheren grösseren Insel, welche durch einen grade gegenüber dem Dorfe Langel von dem Hauptstrome rechts abgehenden und sich mit demselben wieder am unteren Ende von Hittorf vereinigenden Rheinarm von dem rechten Ufer abgetrennt wurde. Gegenwärtig ist dieser Rheinarm im oberen Theile verlandet und heisst dort „auf dem Weidenblech", ein grosser Theil ist indessen noch offen und heisst „die Laach". Die Abtrennung des gewöhnlich unter Wasser bleibenden Theils der Insel von dem höheren schon cultivirten Theile ist in früherer Zeit, wahrscheinlich nicht ohne Mitwirkung der Bewohner des Ortes Hittorf geschehen, um sich durch Zuführung des Stromes zu ihrem Ufer die Schiffahrt zu erhalten, welche den Haupterwerbszweig der Einwohner dieses Ortes bildet."

„Dieser rechtsseitige Thalweg war lange Zeit bei mittleren und kleinen Wasserständen für die Schiffahrt der hauptsächlichste, weil er die grössere Tiefe hatte. Da indess die Unterbrechung des Leinenzuges hier der Schiffahrt grosse Belästigung auferlegte, wurde im Jahre 1834 der linksseitige tiefere Thalweg längs Langel dadurch mit der Mulde des oberen Strombettes verbunden, dass man die Kiesbank, welche beide von einander trennte, in einer schrägen Richtung so breit und so tief durchbaggerte, dass auch bei niederen Wasserständen die Bergschiffe vom linken Ufer aus stroman gezogen werden konnten. Zur Offenhaltung dieser Fahrrinne wurden später die vor Rheincassel liegenden, jetzt verlandeten Einschränkungswerke erbaut."

„So lange die Schiffahrt an den Schiffahrtsweg keine grösseren Ansprüche machte, als eine Rinne zu finden, in welcher ein einzelnes Schiff mittels Pferden langsam voran gezogen werden konnte, ohne auf den Grund zu stossen, konnte dieser Zustand des Schiffahrtsweges allenfalls genügen, obgleich er selbst nach diesem Maassstabe als nur höchst dürftig bezeichnet werden muss. Heute aber, wo ganze Karawanen von Schiffen zugleich durch Dampfschleppschiffe stromauf und -abgezogen werden, welche weder kurze Biegungen machen, noch schmale Rinnen passiren können, ist dieser Zustand durchaus ungenügend."

Unter diesen Umständen musste eine durchgreifende Regulirung in Aussicht genommen, die Uferbucht vor Langel und diejenige vor Hittorf musste verbaut, dem Strome eine gleichmässige Strombreite wenigstens für Mittelwasser gegeben werden. Für die Stromführung ergab sich dabei eine lange grade Linie als die beste, da eine geschlängelte Stromachse den Abtrieb des vor Rheincassel liegenden, hoch verlandeten Werthes erfordert hätte. Man entschloss sich daher, das linke Ufer vor Langel durch ein Buhnensystem allmählich zu schliessen, am rechten Ufer aber den „Hittorfer Ort" durch ein Parallelwerk ans Ufer anzuschliessen und dadurch der Schiffahrt den Zugang zu Hittorf zu erhalten. Die Arbeiten begannen im Jahre 1858 mit dem Bau von sechs Einschränkungswerken (Nr. I bis VI) vor Langel, die zunächst nur bis zu einer Ufer-

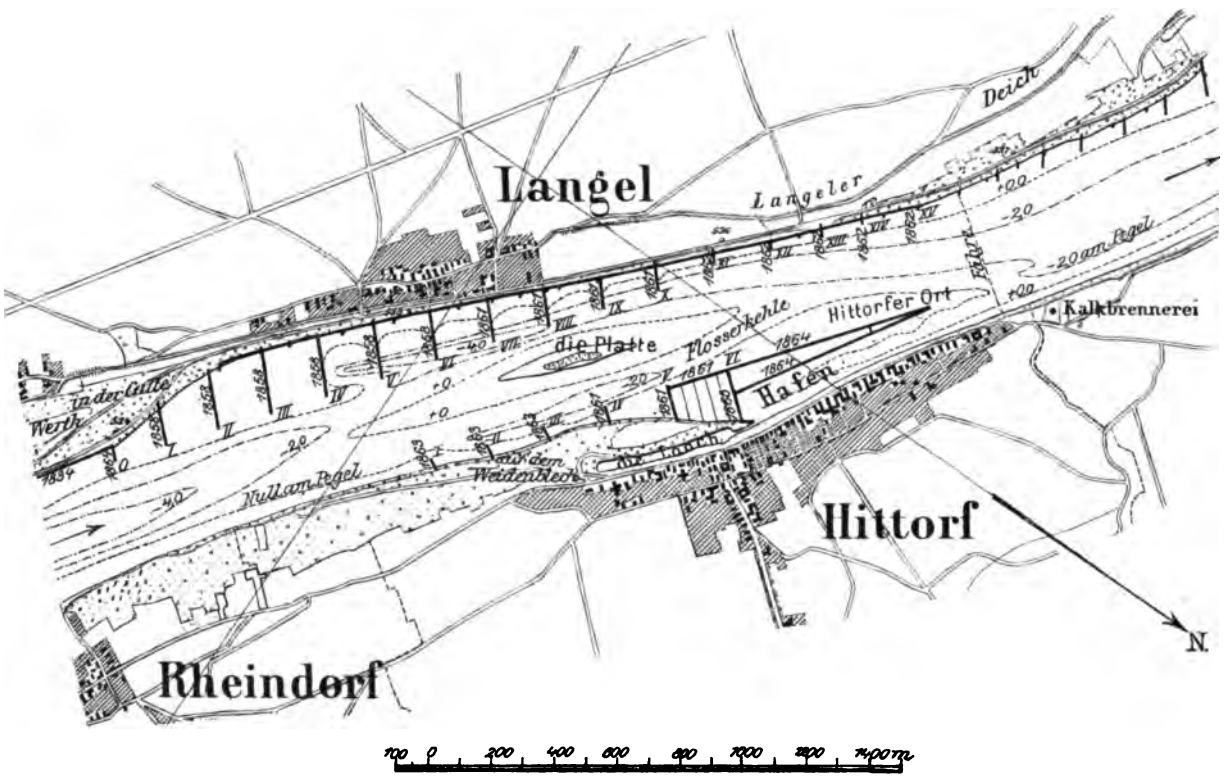


Abb. 128. Die Stromstrecke bei Langel und Hittorf im Jahre 1874.

linie vorgeschoben wurden, welche die Schiffahrt durch die linksseitige Rinne noch ermöglichte. Zur Verhütung von Vertiefungen vor den Köpfen waren in der Höhe von — 0,30 m am Pegel vor den Köpfen bis zur gegenüber liegenden Kiesbank auslaufend Grundschwellen aus Senkfaschinen angelegt (45003 Mark). Im Jahre 1859 sollten diese Grundschwellen bis zur festgesetzten Normaluferlinie aufgehöht und die Buhne Nr. VII vor Langel erbaut werden. Hohe Wasserstände und örtliche Schwierigkeiten verzögerten aber die Beendigung dieser Arbeiten bis 1861. Vor Buhne VI und VII hatten sich bald tiefe und ausgedehnte Kolke gebildet, die zunächst durch Grundschwellen von 12 m Kronenbreite in Höhe von — 4 m am Pegel geschlossen werden mussten (74169 Mark, vergl. Abb. 129). Daran anschliessend wurden im Jahre 1860 und 1861 die weiteren Buhnen Nr. VIII, IX und X vor Langel erbaut (23928 Mark), während am

rechten Ufer die obere Coupirung (Nr. V) der Hittorfer Kehle nebst anschliessendem Parallelwerk in rund 490 m Länge und die Buhne Nr. IV vor Hittorf hergestellt wurden (21748 Mark). Die Wirkung dieser Werke entsprach den Erwartungen vollkommen. Durch die linksseitigen Werke hatte die tiefe Fahrrinne am linken Ufer, die früher vor den Buhnen Nr. IV bis VI schroff von rechts nach links hinüberführte, sich so günstig gestreckt, dass bei niedrigem Wasser auch die grössten Schleppzüge sie ungehindert passiren konnten. Unter dem Einfluss der rechtsseitigen Werke aber war die sich schräg durch den Strom hinziehende Kiesbank, „die Platte", am rechten Ufer durchbrochen und hatte sich hier „die Flosserkehle" bereits

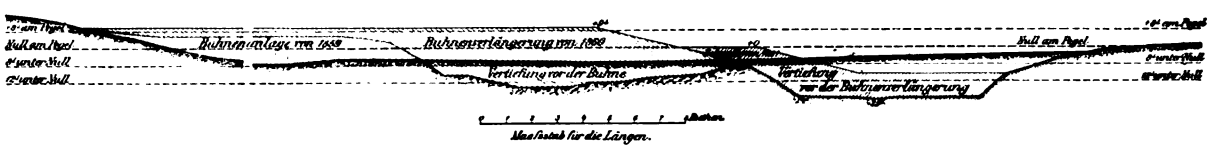


Abb. 129. Buhne Nr. VII vor Langel nebst Verlängerung und Grundschwelle, sowie die von der Buhne und deren Verlängerung erzeugten Austiefungen der Sohle nach speciellen Aufnahmen.

derart ausgebildet, dass die Schiffahrt sich mehr und mehr dieser günstiger gelegenen Durchfahrt zuwendete (vergl. Abb. 128). Die weiteren Arbeiten gingen daher neben weiterem Ausbau der beiden Systeme auf den vollständigen Abschluss der tiefen Rinne am linken Ufer aus, da in dieser Rinne eine stete Gefahr für die linksseitigen Werke gegeben war. Im Jahre 1882 wurden die fünf untersten Buhnen am linken Ufer (Nr. XI bis XV), davon die Buhnen Nr. XI und XII in ihrem vorderen Theile zunächst nur als Grundschwellen, erbaut (9703 Mark), während im nächstfolgenden Jahre am rechten Ufer eine zweite Coupirung (Buhne Nr. VI) und drei Buhnen oberhalb (Nr. I bis III) vor Hittorf hergestellt wurden (10853 Mark). Nach diesen Vervollständigungs-

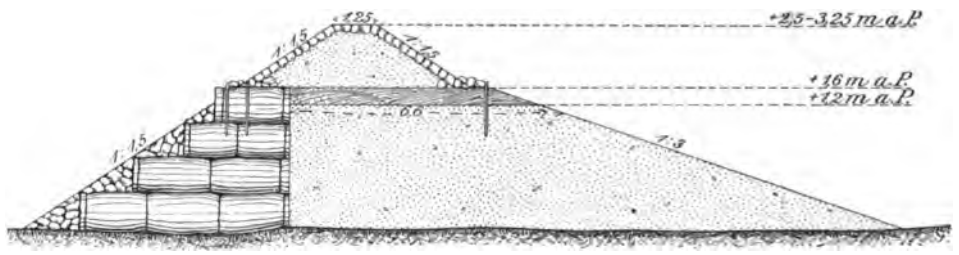


Abb. 130. Querschnitt des im Jahre 1874 erbauten Theils vom Parallelwerke vor Hittorf.

arbeiten wurden 1864 am linken Ufer die Buhnen Nr. I bis V so weit verlängert, dass die Strombreite auf 80 Ruthen (301 m) eingeschränkt wurde, und zum besseren Anschluss an das obere Ufer die Buhne Nr. 0 hinzugefügt (26908 Mark). Im Jahre 1867 wurden die Grundschwellen vor Buhne Nr. VI und VII bis auf — 0,60 m am Pegel aufgehöht (26395 Mark), und im Jahre 1868 gleich hohe Schwellen vor den Buhnen Nr. VIII und IX hergestellt (24266 Mark). Durch diese Grundschwellen war die Versandung des linken Ufers so weit gefördert worden, dass im Jahre 1870 die Buhnen Nr. VI und VII vor Langel (14300 Mark), im Jahre 1871 die Buhnen Nr. VIII und XII vor Langel (46151 Mark) ebenfalls bis zur Normaluferlinie in voller Höhe von + 3,10 m am Pegel vorgeschoben werden konnten. Durch diese Arbeiten, die den Strom längs des Parallelwerks auf 280 m Breite bei Mittelwasser einschränkten, ist erreicht, dass sich die

grossen Tiefen am linken Ufer mehr und mehr zulegten, während der Mittelsand, „die Platte", abtrieb. Auch die Buhnenintervalle sind in fortschreitender Verlandung begriffen. Besonderer Arbeiten hat es daher am linken Ufer seitdem nicht bedurft (vergl. Abb. 131).

Am rechten Ufer lagen die Sachen schwieriger. Wiederholt war das Parallelwerk auf dem Hittorfer Ort in Höhe von + 2,10 m am Pegel verlängert worden, so im Jahre 1864 (7514 Mark), wo auch ein inneres Richtwerk in Höhe von + 2,80 m am Pegel zur Abgrenzung des Hafens erbaut worden ist (12572 Mark); und im Jahre 1874, wo neben einer Verlängerung des Parallelwerks am unteren Ende der Hittorfer Bucht vom rechten Ufer aus zugleich ein Richtwerk in Höhe von + 5 m am Pegel mit anschliessender Traverse hergestellt wurde (149775 Mark). Im Anschluss an dieses Richtwerk wurden im Jahre 1879 und 1880 noch neun Buhnen (Nr. I bis IX) unterhalb Hittorf vor dem Bleeer Hafen erbaut, deren Höhenlage von Buhne I bis Buhne IV allmählich von 4,50 m auf 2,80 m abnimmt (44861,54 Mark). Da die oberen Buhnen sehr hoch lagen, musste das Hochufer zwischen der Traverse des Richtwerks und der Buhne II vor den Bleeer Höhen im Jahre 1881 unter Aufwendung von 8006,95 Mark mittels Pflaster und Spreitlage befestigt werden (vergl. Abb. 131 und 134).

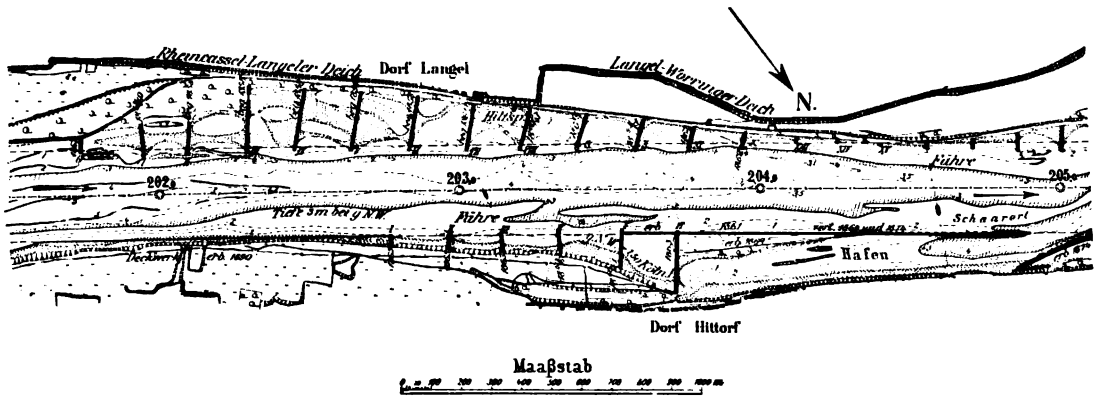


Abb. 131. Die Stromstrecke bei Hittorf im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1896.

Damit war das rechte Ufer vor Hittorf im wesentlichen ausgebaut. Im Jahre 1891 hat nur eine theilweise Ausbaggerung der Hitdorfer Hafenbucht vorgenommen werden müssen, wobei die gewonnenen Kiesmassen zur Herstellung eines Ladeplatzes am rechten Ufer vor Hittorf verwendet wurden; die Kosten wurden aus etatsmässigen Fonds bestritten. Der geschaffene Zustand befriedigt im allgemeinen, wenn auch nicht verkannt werden darf, dass die sehr grosse Länge des Parallelwerks bei hohem Wasser zu einer merkbaren Querströmung über dasselbe Anlass giebt. Demzufolge sind im Hauptstrome die Tiefen nur noch eben ausreichend, während in der Hafenmündung übermässig grosse Tiefen bestehen. Sollten die Ansprüche der Schiffahrt sich noch weiter steigern, so wird hier nur durch eine Theilung der Hittorfer Bucht durch Zwischentraversen Abhülfe geschaffen werden können. Einstweilen liegt ein dringendes Bedürfniss indess nicht vor.

6. Die nächstfolgende Regulirungsstrecke ist die **Worringer Bucht**, in der sich der Schiffahrt einmal oberhalb Worringen in dem „Pilgramskopf" und dem „Worringer Ort", die bei Niedrigwasser den Strom spalteten, dann unterhalb des Ortes auf dem „Platthals" seit jeher besondere Schwierigkeiten boten. Der nahe am linken Ufer gelegene „Worringer Ort", dessen Entstehen sich in ähnlicher Weise erklärt, wie dasjenige des Hittorfer Orts, war der

Schiffahrt besonders deshalb hinderlich, weil bei kleinem Wasser keine ausreichende Wassertiefe in der Nähe des Leinpfades am linken Ufer vorhanden war, der Worringer Ort also umfahren werden musste. Seitdem der Seitenstrom, welcher hier vom Vorlande her einmündete, durch Errichtung des Worringer Deichverbandes Anfang der fünfziger Jahre abgeschnitten war, verlandete der linke Arm und die Tiefe vor Worringen immer mehr. Die vorbereitenden Schritte zur Regulirung dieser Strecke bestanden zunächst darin, dass im Jahre 1851 eine Leinpfadstrecke vor Worringen selbst vom Pletschbache ab in 1223 m Länge gesichert (8207 Mark), in demselben Jahre das rechte Ufer von den Bleeer Höfen bis gegenüber Worringen auf 1770 m Länge aus etatsmässigen Fonds befestigt und im Jahre 1855 das linke Ufer am Pilgramskopf in 226 m Länge durch ein Steindeckwerk mit vier vorgelegten Schwellen gegen Abbruch ausgebaut wurde, um weiteren Abbruch zu verhüten (5789 Mark). Hieran schlossen sich dann Jahr für Jahr bis in die Mitte der siebziger Jahre in systematischer Folge eine Reihe

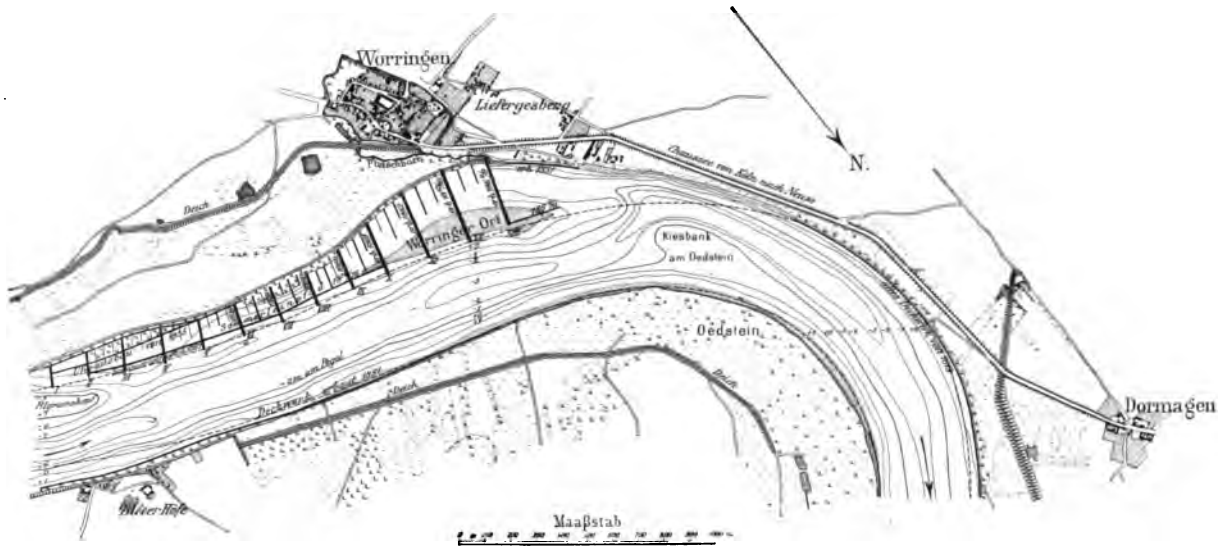


Abb. 132. Stand der Regulirungsarbeiten bei Worringen im Jahre 1874.

von Arbeiten, die auf den Anschluss des Worringer Orts ans linke Ufer und vollständige Versandung des linken Stromarmes hinwirken sollten. Mit 13 buhnenartigen „Schlickfängen“ ist das Ufer bis 1864 hin verbaut worden, dann kamen Rauschen und Pflanzungen an die Reihe, dann in den Jahren 1867, 1874 und 1876 der Ausbau des Leinpfades nahe am neuen Ufer bis auf den Worringer Ort. Nur der Bau von sechs neuen Buhnen und die Erneuerung einer alten Buhne am linken Ufer unterhalb der vor Langel liegenden Buhnen ist im Jahre 1866 aus extraordinären Fonds erfolgt (11990 Mark). Die ganze Correction konnte mit Recht „zu den erfolgreichsten aus neuerer Zeit“ gezählt werden, da sie nur verhältnissmässig unbedeutende Summen erfordert hatte (Abb. 132).

Allerdings waren die Bauwerke nur schwach construirt, die Köpfe hatten nur geringen Steinbewurf erhalten, das Parallelwerk, das sich vom Schlickfang Nr. XIII bis zur unteren Spitze des Worringer Orts hinzog, war als doppelte Rausche mit geringem Steinbesatz an der Stromseite hergestellt. Die Widerstandsfähigkeit der dem Stromangriff ausgesetzten Theile war daher nicht gross. In den siebziger Jahren bildete sich im Hauptarme vor Worringen am unteren

Ende der Doppelrausche ein neuer Mittelsand, sei es weil hier der Strom sich nach Abschneidung des linken Armes plötzlich erbreiterte, sei es dass gemauerte Ueberreste eines alten Brückenpfeilers oder das Wrack eines in den sechziger Jahren untergegangenen und nicht vollständig beseitigten Steinschiffes dazu den ersten Anstoss gegeben hatten. Dieser neue Mittelsand erschwerte im Verein mit der vom gegenüber liegenden Ufer aus weit in den Strom vorspringenden Kiesbank „am Oedstein" die Schiffahrt wieder in hohem Maasse. Nach langen Erwägungen entschloss man sich im Jahre 1882, den Ausbau des linken Ufers dahin zu vervollständigen, dass

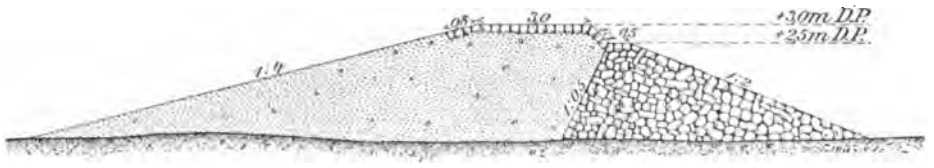


Abb. 133. Querschnitt der von 1882 bis 1884 erbauten Kiesbuhnen am Oedstein gegenüber Worringen.

zwölf Schlickfänge neue Kopfvorschüttungen erhalten, dass die Doppelrausche stromab als Parallelwerk verlängert und unter Freilassung einer Einfahrt nach Worringen am linken Ufer noch drei Buhnen zur Ausbildung der linken Correctionslinie erbaut werden sollten. Dies geschah von 1882 bis 1884. Der erforderliche Kies wurde durch Fortbaggerung des hinderlichen Mittelsandes und der vorspringenden Theile der Oedsteiner Bank in solchem Umfange gewonnen, dass man hierbei so-

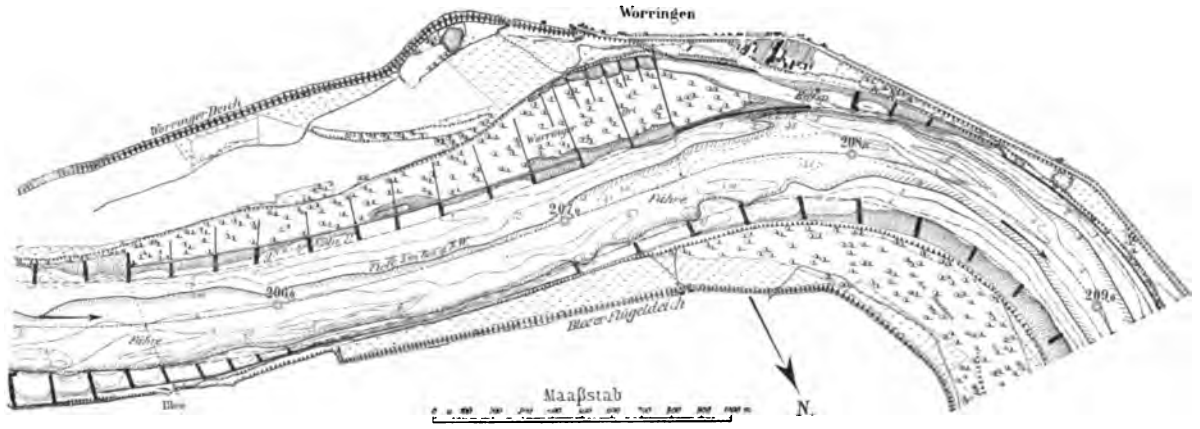


Abb. 134. Die Stromstrecke bei Worringen im Jahre 1890, mit Tiefenlinien von 1896.

genannte „Kiesbuhnen" versuchsweise herstellte (vergl. Abb. 133). Die Buhne 1 unterhalb Worringen wurde mit einem rund 20 m langen Flügelansatz construirt. Gleichzeitig damit wurde das rechte Ufer am Oedstein mittels zehn Kiesbuhnen so weit vorgeschoben, dass die Strombreite für Mittelwasser auf 300 m eingeschränkt wurde (vergl. Abb. 134). Die Gesammtkosten dieser Regulirung betrugen 159022,53 Mark. War durch die Baggerungen die Fahrrinne in erforderlicher Breite und Tiefe hergestellt, so liessen die Einschränkungswerke erwarten, dass diese Vertiefungen auch von Dauer sein würden. In der That hat sich oberhalb Worringen bisher ausreichendes Fahrwasser erhalten.

7. Nicht so günstig lagen die Verhältnisse **am „Platthals" unterhalb Worringen,** obwohl auf den ersten Blick kaum etwas Auffälliges ersichtlich war. Der Stromlauf war geschlossen und ziemlich stark gekrümmt, so dass am concaven Ufer eine ausreichende Fahrtiefe vermuthet werden musste. Aber thatsächlich lagen da, wo der Natur des Stromes nach die grösste Tiefe herrschen musste, ziemlich in ganzer Breite des Stromes die kleinsten Tiefen der ganzen Strecke. Die Ursache dieser abweichenden Erscheinung gab der Wasserbauinspector Hartmann zu Düsseldorf im Jahre 1881 wie folgt an: „Auf der linken Rheinseite wird das Hochwasser bis Stat. 541,5 (heute km 209,4) durch die in der Nähe des Ufers liegende Chaussee von Cöln (nach Neuss) und durch den Dormagener Deich begrenzt; von dort abwärts verlässt der Deich das Rheinufer und zieht sich landeinwärts. Das Hochwasser fliesst daher bei Wasserständen von

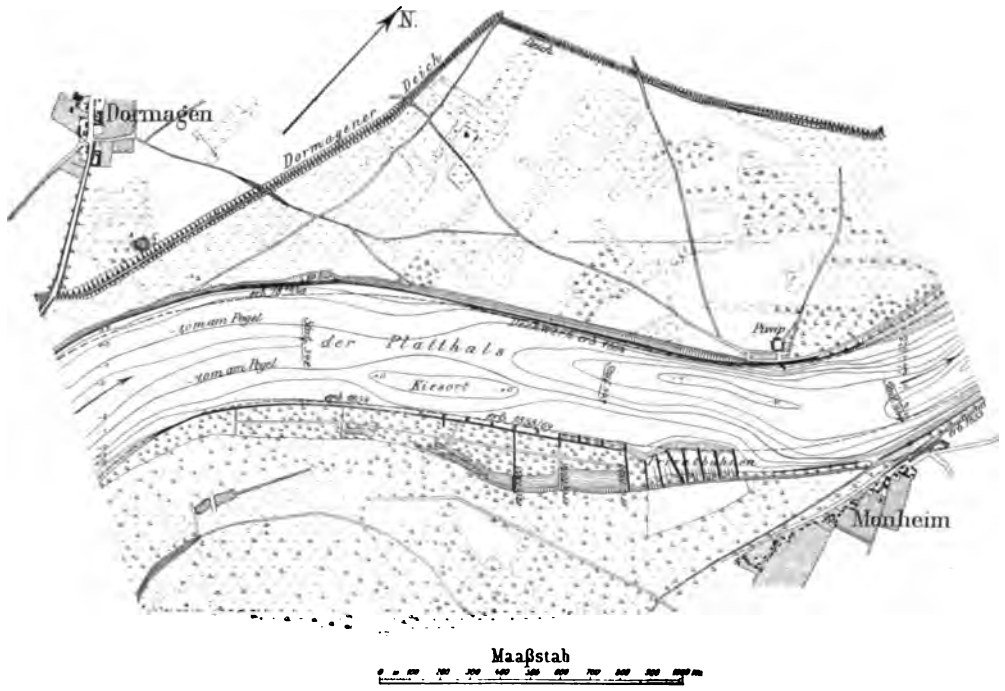


Abb. 135. Der Platthals bei Worringen im Jahre 1874.

+ 5 m am Düsseldorfer Pegel und höher oberhalb und unterhalb Stat. 542 (km 209,9) quer über den linksseitigen Leinpfad und weiterhin über das niedrige Deichvorland. Die Wasserkolke hinter dem Leinpfade (km 210) rühren von einem früheren Leinpfadsdurchbruche her. Der Hochwasserstrom schneidet somit zwischen den Stationen 541 und 543 (km 209 und 211) das eigentliche Fahrwasser des Rheins und sind die Folgen hiervon die unregelmässigen Auflandungen, welche sich namentlich gleich unterhalb Station 542 (210) in einer der Schiffahrt sehr nachtheiligen Weise gebildet haben." Die Ursache lag also auf einem Gebiete, wo ein unmittelbares Eingreifen nicht angängig war. Es blieb nur übrig, den nachtheiligen Wirkungen nach Möglichkeit vorzubeugen. Versucht war dies bereits, insofern von 1810 ab der linksseitige Leinpfad und damit auch das linke Ufer wiederholt gegen Uferabbruch gedeckt worden war und man schon vor 1836 die übergrosse Strombreite am rechten Ufer durch lange Parallelwerke, die mit Querbauten ans Ufer angeschlossen wurden, einzuschränken suchte. In den Jahren 1848 und 1849

sowie 1864 wurden die Deckwerke am linken Ufer in Steinconstruction befestigt, in den Jahren 1854, 1858, 1864 ein Deckwerk am rechten Ufer hergestellt, in dem Jahre 1853 zwei Coupirungen in der bei Monheim mündenden Schlenke angelegt, während die Gemeinde Monheim die Mündung dieser Schlenke mit sieben Schlickfängen verbaute. Als Ende der sechziger Jahre auch die drei alten Buhnen vor dem Dormagener Deich wieder hergestellt waren, konnte das linke Ufer damit als hinreichend befestigt gelten, so dass im Jahre 1881 nur die Vorschiebung des rechten Ufers bis zur Correctionslinie mittels neun Buhnen und die Herstellung der normalen Fahrtiefe in 140 m Breite mittels Baggerung in Frage kam. Diese Arbeiten gelangten im Jahre 1881 und 1882 zur Ausführung und haben im ganzen 69997,68 Mark erfordert. Die Buhnen V bis IX wurden dabei als „Kiesbuhnen" construirt. Es liegt in der Natur der oben geschilderten Verhältnisse, dass der Erfolg dieser Arbeiten kein vollständiger sein konnte, dass seitdem vielmehr

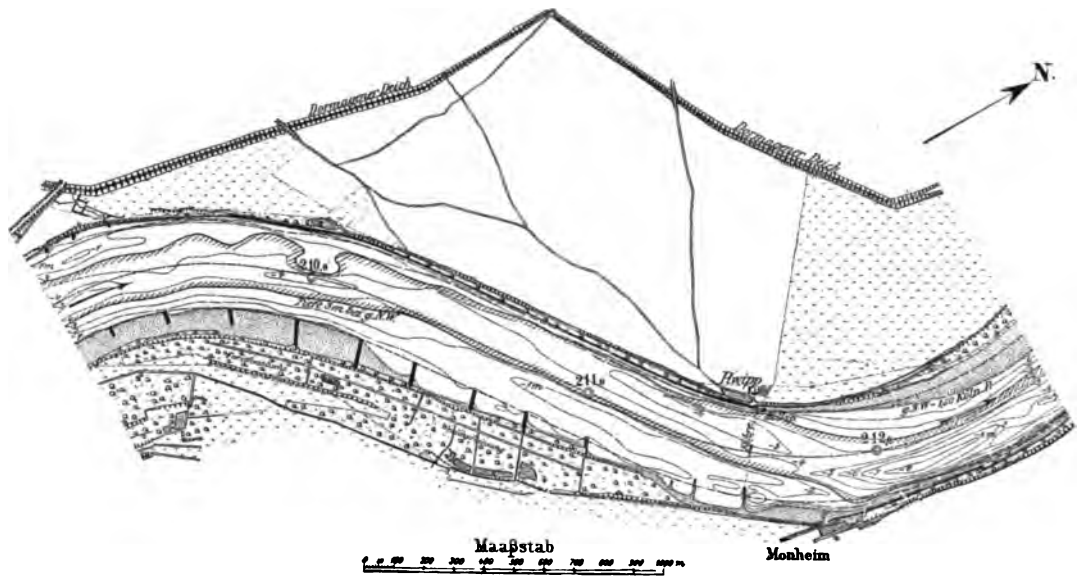


Abb. 136. Der Platthals bei Worringen im Jahre 1896.

wiederholte Baggerungen geboten waren, um der Fahrrinne auf dem Platthalse bei Worringen die nöthige Tiefe und Breite zu erhalten (vergl. Abb. 135 und 136).

8. **Von Monheim abwärts bis Baumberg** hin ist der Stromlauf ziemlich stark gekrümmt (Radius r. = 1225 m) und das Ufer liegt hochwasserfrei. Um dem Abbruch dieses Ufers und damit dem Abtreiben grosser Sandmassen zu wehren, musste der Staat hier schon früh eingreifen und die Deckung des Ufers übernehmen. Im Jahre 1836 waren von der rund 2000 m langen Uferstrecke bereits 1500 m Uferlänge von Baumberg aufwärts mit Bleeswerken und zehn Stück kurzen Buhnen gedeckt; 1846 und 1847 wurden drei Uferabsackungen ausgebessert (15900 Mark), im Jahre 1847 und 1848 eine sehr abbrüchige Uferstrecke mit Senkfaschinen und Steinbewurf befestigt (16500 Mark), im Jahre 1849 wurden zwei Uferstrecken mit Steinvorschüttungen verbaut (27000 Mark) und im Jahre 1850 vier alte verfallene Buhnen und die Uferdeckwerke aufgeholt und wieder hergestellt (37800 Mark). Die Strombauverwaltung hat im Jahre 1853 dann noch die oberste Strecke bis zur Monheimer Capelle hinauf durch ein Steindeckwerk und zwei kurze Buhnen vor dem älteren Ufer befestigt (9600 Mark). Mit diesen Arbeiten war das Ufer

aber im grossen und ganzen auch endgültig festgelegt, so dass es seitdem wesentlicher Arbeiten nicht bedurft hat.

9. Dagegen liegt **zwischen Baumberg und Zons** eine Stromstrecke, die im Laufe der Zeit viele Arbeiten erfordert hat. Die Stromkarte von 1836 (Abb. 137) stellt zwei Inseln auf dieser Strecke dar: den Kirberger Ort am rechten Ufer dicht unterhalb Baumberg und eine Insel vor Zons am linken Ufer. Ueber die Entstehung des Kirberger Orts wird erzählt, dass diese Kiesbank infolge des Durchbruches eines am rechten Ufer gelegenen langen Richtwerks entstanden sei, wobei sich das Kirberger Loch im rechten Ufer und demzufolge der Kirberger Ort im Strome gebildet habe. Auf alten Stromkarten aus dem Anfange des 19. Jahrhunderts ist in der That das rechte Ufer noch grade und mit stark declinanten langen Werken gedeckt. Alsbald nach dem Entstehen dieses Uferbruches hat man den Kirberger Ort indess wieder durch eine Coupirung

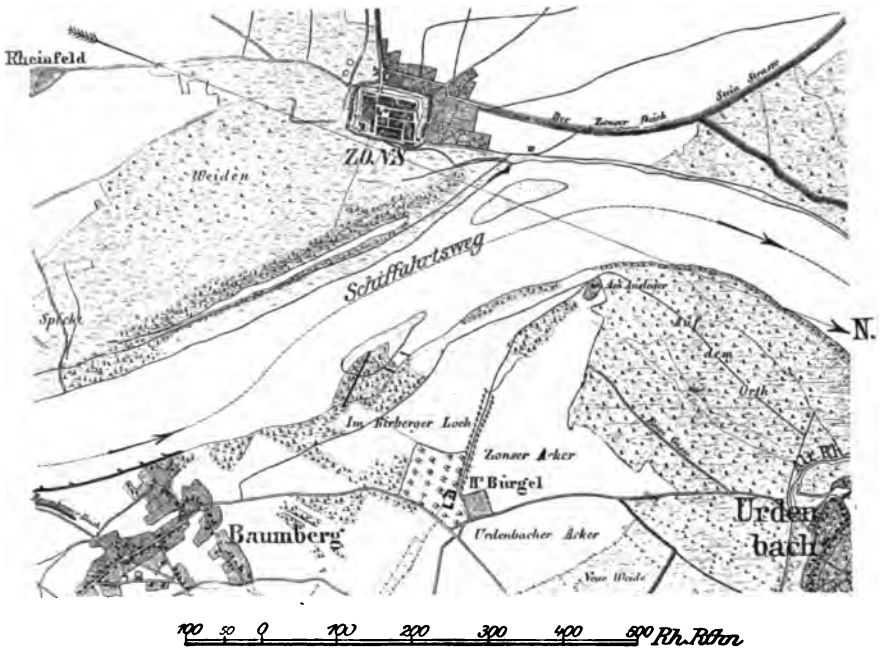


Abb. 137. Der Rhein bei Zons im Jahre 1836.

am oberen Ende und zwei Traversen durch das Kirberger Loch ans rechte Ufer angeschlossen und im Jahre 1842 auch am unteren Ende eine Coupirung angelegt. Auch die Insel vor Zons ist 1842 an das linke Ufer durch drei lange Traversen (Nr. XII, XIV, XVI) angeschlossen und bald darauf die Bucht vor Zons durch zwei weitere Buhnen (Nr. X und XI) ausgebaut worden. Diese Maassnahmen reichten indess zu einer vollständigen Regulirung des Stromes nicht aus. Das rechte Ufer zwischen Baumberg und dem Kirberger Ort gerieth vielmehr stark in Abbruch, so dass der Strom sich immer mehr in die Baumberger Bucht hineinlegte und den Kirberger Ort von oben her abermals zu durchbrechen drohte, während vor den Buhnen in der Zonser Bucht sich nur eine schmale tiefe Stromrinne ausbildete, deren oberer Einlauf durch einen Schaarort geschlossen blieb. Der Auslauf der alten Insel zog sich nach wie vor in grosser Ausdehnung als Mittelsand im Strome hin, so dass hier bei Niedrigwasser doch noch eine vollständige Stromspaltung bestehen blieb. Die ersten Arbeiten der Strombauverwaltung im Jahre 1856 bezweckten

einen Ausbau des rechten Ufers zwischen Baumberg und dem Kirberger Ort durch sieben Buhnen (Nr. I bis VII), die bis zu einer bestimmten Uferlinie in den Strom vorsprangen. Die Buhne II wurde dabei versuchsweise auf Sinkstücken fundirt (38453 Mark). Im Jahre 1858 wurden zum Ausbau des rechten Ufers unterhalb des Kirberger Orts sieben Stück Buhnen in Form von Schlickfängen aus etatsmässigen Fonds hergestellt (Nr. XII bis XVIII). In gleicher Weise wurden von 1857 auf dem linken Ufer die alten Buhnen wieder in Stand gesetzt und dabei zwei Zwischenwerke (Nr. XIII und XV) sowie ein neues Werk (Nr. XVII) erbaut, ebenso im Jahre 1859 die beiden untersten Werke (Nr. XVIII und XIX vor Zons). Trotz der besseren Führung, die dem Strome durch diese Werke gegeben war, wollte der Schaarort vor Zons, der (bei Buhne Nr. XI) zwischen

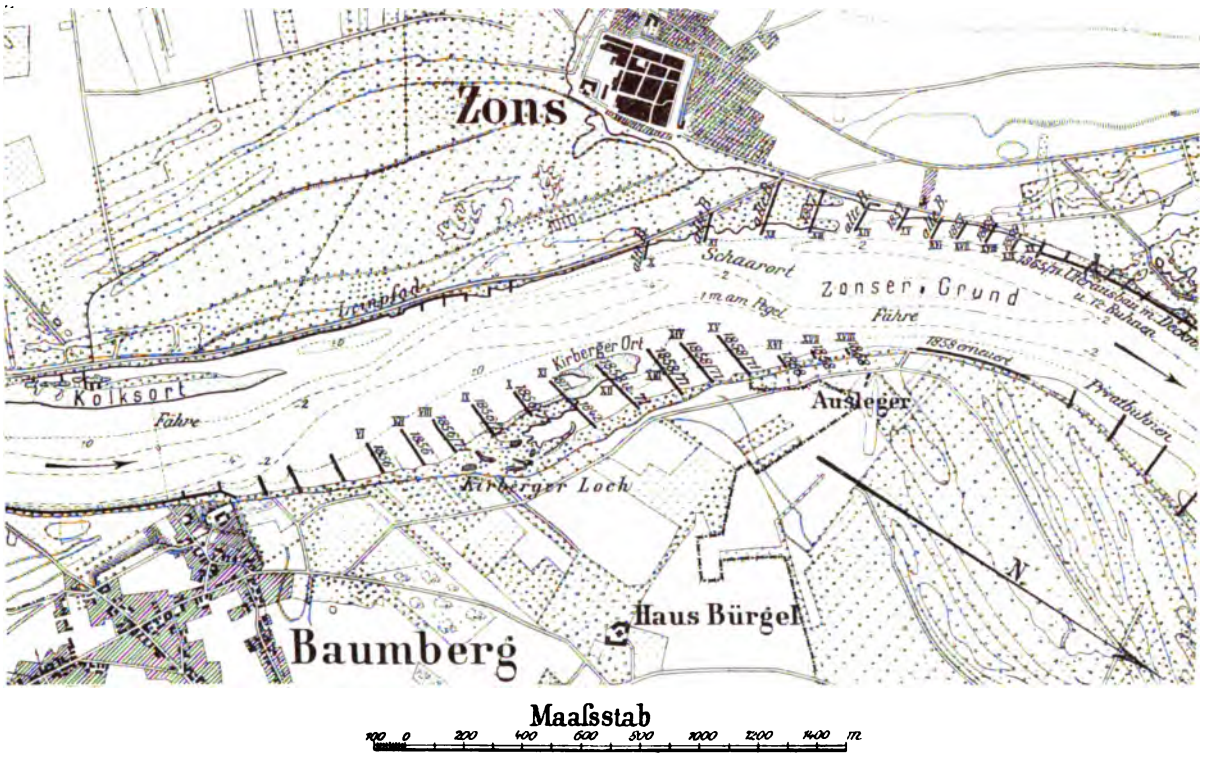


Abb. 138. Stand der Regulirung am Kirberger Ort und bei Zons im Jahre 1874.

dem linken Ufer und dem Mittelsande bestand und die linke Stromrinne abschloss, nicht weichen und auch der Mittelsand selbst erlitt keine merkbare Minderung. Im Jahre 1871 wurden die Buhnen (Nr. III bis XV) am rechten Ufer so weit verlängert (Abb. 139), dass die Strombreite auf 280 m eingeschränkt wurde (81958 Mark) und im Jahre 1874 neben einer Verlängerung der drei untersten Buhnen (Nr. XVI bis XVIII vor Kirberger Ort), Abb. 140, der Schaarort am linken Ufer, der in — 3' am Pegel lag, bis auf — 2 m am Pegel durchgebaggert, um so den Strom mehr in die Concave zu lenken (47852 Mark). Da das Mittelfeld auch jetzt noch im grossen und ganzen in seiner Lage blieb, wurde das Buhnensystem stromabwärts fortgesetzt (Abb. 138). Im Jahre 1880 und 1881 wurden die unteren drei Buhnen (Nr. XVI bis XVIII) verlängert und fünf neue Buhnen (Nr. I bis V vor Urdenbach) erbaut, so dass die Strombreite hier bis auf 300 m eingeschränkt wurde. Die oberen drei neuen Buhnen wurden in ihrer Krone auf + 3 m Düsseldorfer Pegel, die

vierte (Nr. IV) auf + 2,50 m, die fünfte (Nr. V) auf 2 m Düsseldorfer Pegel gelegt. Vor vier Stück Buhnen (Nr. XVII, XVIII und I und II vor Urdenbach) wurden zur Vorschiebung des Stromes auf das Mittelfeld Grundschwellen in Höhe von — 0,60 m Düsseldorfer Pegel aus Steinschüttung hergestellt (Abb. 141). Am linken Ufer wurde die Fahrrinne in normaler Tiefe von — 1,64 m Düsseldorfer Pegel auf 120 m Breite durch Baggerung erweitert. Die Ausführungskosten dieser Arbeiten betrugen 90347,58 Mark. Mit denselben ist im allgemeinen ein befriedigender

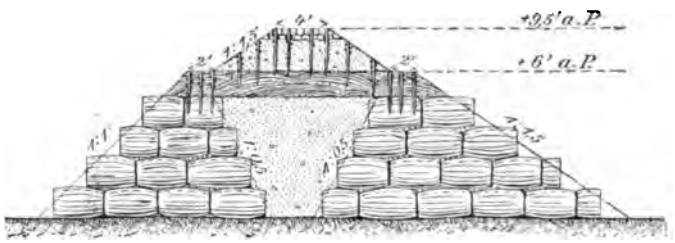


Abb. 139. Querschnitt der Buhnenverlängerungen von Nr. III bis XV am Kirberger Ort (im Jahre 1871 erbaut).

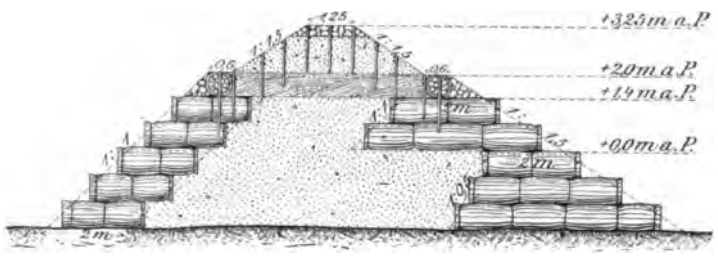


Abb. 140. Querschnitt der Buhnen Nr. XVI bis XVIII am Kirberger Ort (im Jahre 1874 erbaut).

Abb. 141. Querschnitt der vor Buhne XVII und XVIII am Kirberger Ort sowie I und II vor Urdenbach 1881 erbauten Grundschwellen.

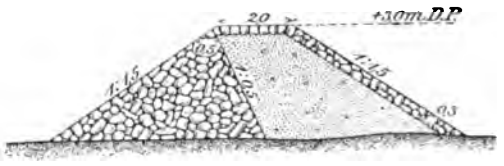


Abb. 142. Querschnitt der 1885 erbauten Buhnen Nr. III bis IX vor Zons.

Zustand geschaffen worden, wenn der Mittelsand zum Theil auch heute noch besteht. Der Umfang, in dem die Stromspaltung noch vorhanden ist, hat indess noch keine Veranlassung gegeben, der vollen Beseitigung des Mittelsandes näher zu treten. Vielleicht bieten die Anträge auf Kiesgewinnung hierzu demnächst geeignete Gelegenheit.

Durch Aufräumung der Fahrrinne vor Zons hatte sich die Tiefe auf dem Uebergange oberhalb Zons aber merkbar verschlechtert. Von dem Baumberg gegenüber liegenden „Kolksort" zog sich alsbald eine Kiesrippe bis zum Kirberger Ort hinüber, so dass der Schiffahrt hier neue Schwierigkeiten erwuchsen. Den alten Stromkarten gegenüber schien dies eine Neubildung zu sein und nicht etwa eine durch Senkung des Wasserstandes hervorgetretene alte Kiesrippe.

Die grossen Hochwasser von 1882 und 1883 hatten anscheinend diese Umbildung bewirkt. In den Jahren 1885 und 1886 wurde hier daher die Fahrrinne in normaler Tiefe von — 1,70 m Düsseldorfer Pegel und in 150 m Breite wieder hergestellt und die Strombreite des Uebergangs von dem linken Ufer aus durch neun neue Buhnen (Nr. I bis IX vor Zons) auf 280 m eingeschränkt (Abb. 142). Von den gebaggerten 44910 cbm wurde ein Theil zur Ausfüllung der Buhnenzwischenfelder Nr. II bis IV am linken Ufer vor Baumberg verwendet. Die Ausführungskosten betrugen 104143,06 Mark. Soweit aus den Peilungen von 1896 hervorgeht, haben die geschaffenen Tiefen sich nicht nur erhalten, sondern noch vergrössert, wobei aber ein gewisses Vorrücken des Kolksortes bei hohem Wasser anscheinend auch jetzt noch nicht ausgeschlossen ist (vergl. Abb. 143).

10. **Unterhalb Zons** tritt der Rhein in die weit ausholende Benrather Bucht. Während er von Zons bis Benrath nach Nordosten fliesst, strömt er von Benrath bis Stürzelberg

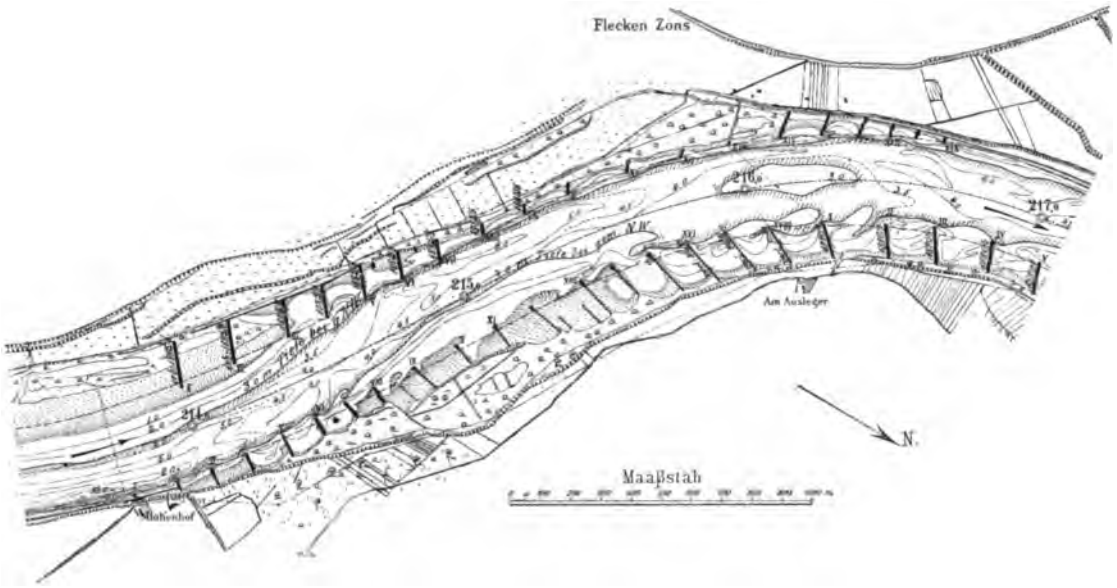


Abb. 143. Die Stromstrecke von Baumberg bis Zons im Jahre 1896.

nach Südwesten. Vor Benrath selbst liegt eine der schärfsten Krümmungen des Rheins, dessen Halbmesser auf 1080 m Länge nur 735 m und weiter abwärts auf über 1240 m Länge nur 1025 m ist. Die zwischen Zons und Stürzelberg liegende Landzunge ist zwischen Station 217,7 bis 222,7 nur 1350 m breit, während der Stromlauf 5000 m Länge besitzt. Da der Strom bei Hochwasser die Landzunge frei überströmt, so verschärft sich das im Stromlaufe 1 : 6000 betragende Hochwassergefälle auf dem Vorlande auf 1 : 1600. Die Landzunge zeigt viele Spuren früherer Einrisse.

Das linke Stromufer von Zons bis Jussenhoven lag von jeher in starkem Abbruch, so dass der Befestigung desselben stets die grösste Aufmerksamkeit gewidmet werden musste, damit der Rhein hier nicht durchbrach. Der vom Zons-Stürzelberger Banndeich abzweigende Heckhofer Flügeldeich ist mehrfach gebrochen. Im Jahre 1845 brach der Strom am Ende dieses Flügeldeiches bei hohem Wasser auch die Uferbefestigungen durch und bildete das sogenannte „Zonser Loch", das alsbald durch einen Steindamm coupirt werden musste (36000 Mark). Diesem Werke wurden vier Buhnen zur besseren Stromführung vorgelegt (Nr. V bis VIII vor dem

Zonser Loch). Im Jahre 1855 wurde das Ufer vom Zonser Durchbruch bis Jussenhofen hin durch ein Steindeckwerk und drei kürzere Buhnen (Nr. X, XII und XIV) befestigt (26325 Mark). Von 1869 bis 1871 erfolgte mit Rücksicht auf die Vorschiebung des rechten Ufers der systematische Ausbau des linken Ufers bis zu einer bestimmten Correctionslinie durch Verlängerung der bestehenden Werke und Erbauung einzelner Zwischenwerke in dem Maasse, wie dies heute besteht (35943 Mark).

Der Ausbau des gegenüber liegenden rechten Ufers vor Urdenbach, welches, wie dies in gekrümmten Stromstrecken immer zu sein pflegt, um so stärkere Anlandungen zeigte, je mehr das gegenüber liegende Ufer an Stromanfall zu leiden hatte, ist dem Besitzer des Vorlandes Freiherrn von Diergardt unterm 21. Januar 1867 gestattet und von diesem in den Jahren 1868 und 1869 mittels neun Buhnen (Nr. V bis XIII), deren Krone in Höhe von 6′ (1,90 m) am Pegel

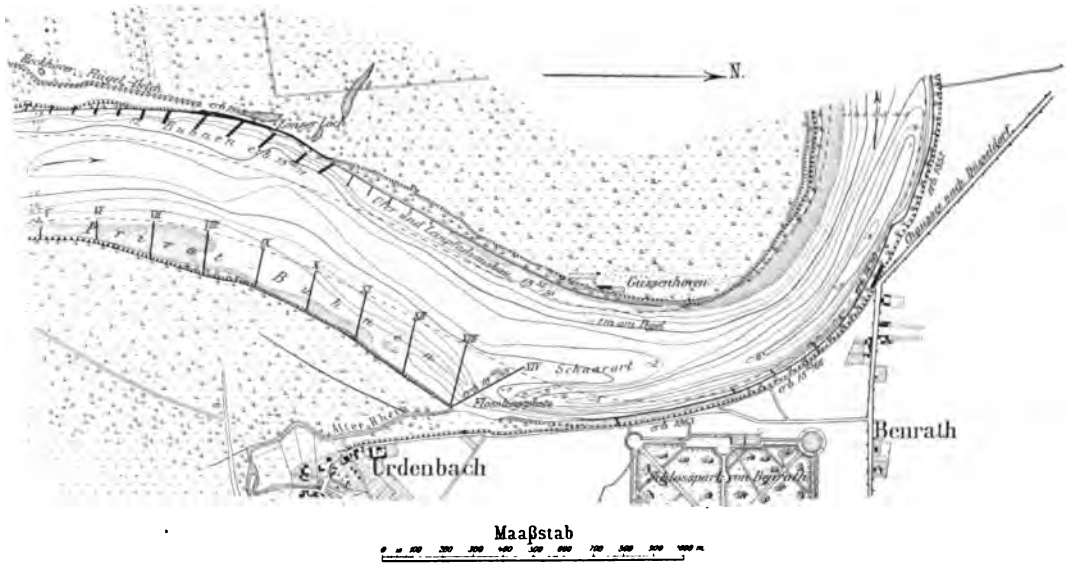


Abb. 144. Der Rhein von Zons bis Benrath im Jahre 1874, mit Tiefenlinien von 1860.

lag, bewirkt worden; die Verlandungen fielen dem Angrenzer ohne weiteres zu. Von der Strombauverwaltung wurde zugleich das declinante Richtwerk ebenfalls in Höhe von 1,90 m am Pegel (Nr. XIV vor Urdenbach) erbaut, um die alte Flossliegestelle, die hier lag, abzugrenzen (Abb. 144). Dabei musste auch das Ufer zwischen dem Richtwerk und der Buhne Nr. XV befestigt werden (15204 Mark). Obwohl durch diese Werke die Strombreite von 470 m auf 290 m eingeschränkt war, wollten die Versandungen nicht weichen, die sich auf dem Stromübergange von Zons nach Benrath zufolge der oben geschilderten Hochwasserverhältnisse angesammelt hatten, und musste in den Jahren 1888 und 1889 hier die Fahrrinne in 150 m Breite und in normaler Tiefe durch Baggerung hergestellt werden. Im ganzen wurden 91500 cbm gebaggert. Das Richtwerk wurde dabei auf + 3,30 m Düsseldorfer Pegel erhöht, an den Köpfen der Buhnen Nr. XII, XIII und XIV (des Richtwerks) Flügelbuhnen von je 100 m Länge zur besseren Führung des Stromes in die Concave vorgelegt und die Buhne Nr. XV vor Urdenbach 270 m unterhalb des Richtwerks erbaut. Die Kosten dieser Arbeiten bezifferten sich auf 117145,63 Mark. Ein dauernder Erfolg ist von diesen Arbeiten indess so lange kaum zu erhoffen, als die Hochwasserverhältnisse unverändert bleiben

und hat sich daher auch im Jahre 1898 die abermalige Ausführung von Baggerungen als nothwendig gezeigt, wobei das Material zur Herstellung eines bis zur Correctionslinie vorspringenden Deckwerks zwischen dem Richtwerk und Buhne Nr. XV verwendet und die Kosten aus Unterhaltungsfonds bestritten wurden. Die Buhnen V bis XIII vor Urdenbach, welche im Laufe der Zeit stark abgelaufen waren, wurden dabei von der Strombauverwaltung übernommen und aufgehöht, während der Freiherr von Diergardt auf die Anlandungen Verzicht leistete. Voraussichtlich werden aber auch jetzt noch von Zeit zu Zeit Baggerungen nicht zu umgehen sein, wenn die normale Tiefe erhalten werden soll (vergl. Abb. 145).

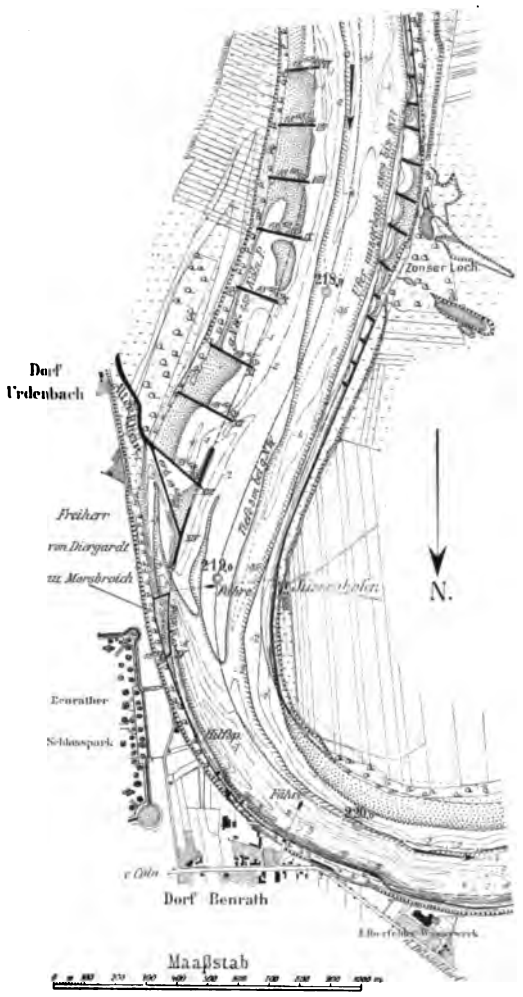


Abb. 145.
Der Rhein bei Urdenbach im Jahre 1896.

11. Die Vertheidigung des stark gekrümmten **Hochufers vor Benrath und Itter** bildete von jeher einen Gegenstand der lebhaftesten Fürsorge. Von den alten Triangelwerken Wiebekings ist allerdings nur noch ein einziges Werk dicht oberhalb des Elberfelder Wasserwerks erhalten geblieben, im übrigen ist das Ufer in den verschiedensten Zeiten befestigt worden, erst mit Packwerk und kurzen Buhnenköpfen, dann nach und nach in Steindeckwerk, bis zur Grenze mit den Besitzungen des Herzogs von Arenberg. Je früher die Deckung des Ufers erfolgte, desto weiter springt das Ufer heute in den Strom vor; die zuletzt befestigten Strecken bilden jetzt meist flache Uferbuchten, so dass die Gestalt des heutigen Ufers hier ziemlich unregelmässig ist. Die zuletzt gedeckte Strecke liegt vor Benrath selbst, sie wurde 1863 bis 1865 mittels Deckwerk und drei kurzen Buhnen ausgebaut (26095 Mark). Bei den übrigen Strecken handelte es sich nach 1851 nur um Unterhaltungsarbeiten, so dass die Kosten aus etatsmässigen Fonds bestritten wurden. Die grossen Tiefen, die vor Benrath liegen, haben die Kiesbank des gegenüber liegenden linken Ufers weit in den Strom vortreten lassen, so dass der Strom bei niedrigen Wasserständen nur 180 m breit ist. Demzufolge ist es schwierig, hier eine Fahrrinne von 150 m aufrecht zu erhalten. Vor zwei Jahren ist der Versuch gemacht, durch einzelne Grundschwellen den Strom zu einer Verbreiterung seiner Strombreite zu drängen, ein wesentlicher Erfolg dieser Arbeiten ist indess vor regelmässiger Gestaltung der rechten Uferlinien im Sinne der angestrebten Correctionslinie nicht wohl zu erwarten. Ein dankenswerther Beitrag im Ausbau derselben steht durch die Actiengesellschaft von Reisholz gelegentlich der Herstellung einer Werft am rechten Ufer in ziemlicher Ausdehnung zur Zeit in Aussicht, so dass auch in diesem Sinne bereits der erste Anfang gemacht ist.

12. Die **Stromstrecke von Benrath bis Stürzelberg** war wieder übermässig breit. Die durchschnittliche Breite betrug rund 500 m. Das Strombett bestand auf der rechten Seite aus

einer harten, mit grossen Steinen durchsetzten Kiesbank, dem „rauhen Ort", während am linken Ufer sich leichter flüchtiger Sand entlang zog. Vor Stürzelberg selbst lag ein breiter Mittelsand, „die Platte". Die ersten Arbeiten zur Regulirung dieser Strecke gingen auf die Festlegung des

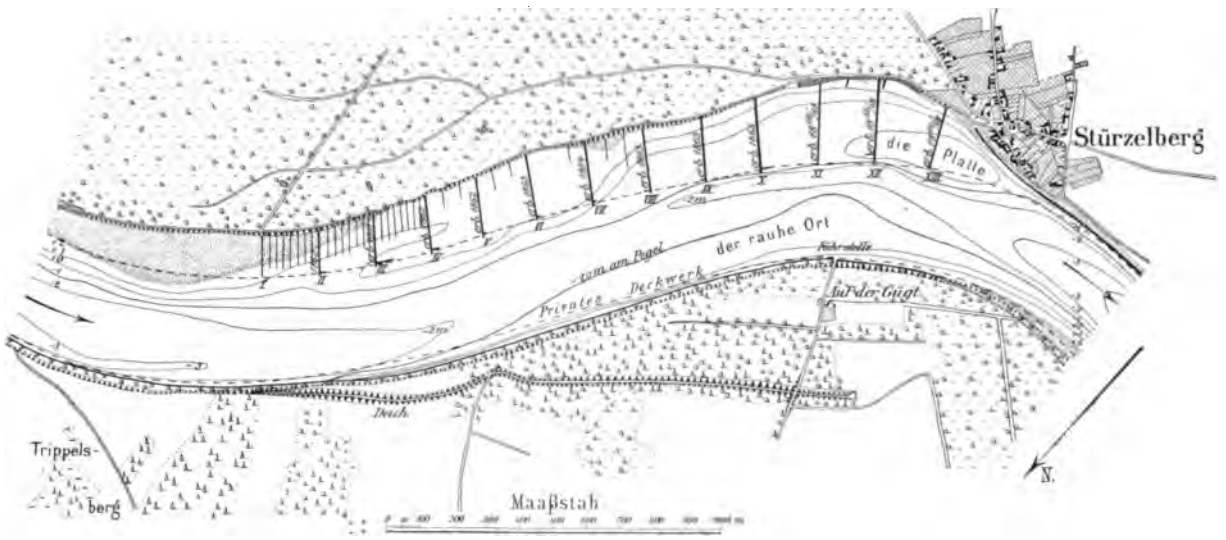


Abb. 146. Stand der Regulirung bei Stürzelberg im Jahre 1874, mit Tiefenlinien von 1860.

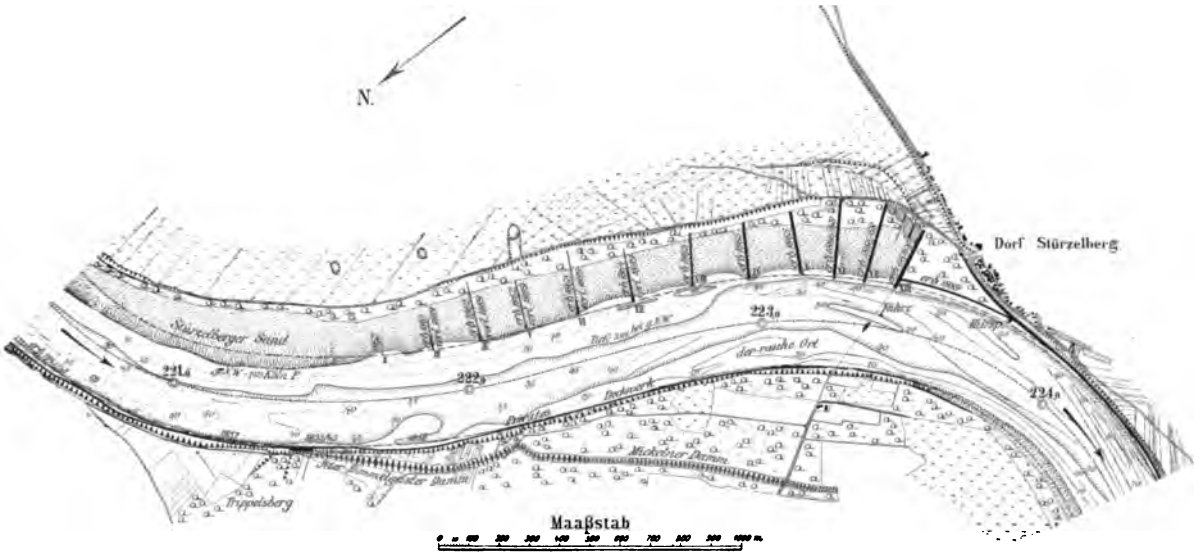


Abb. 147. Der Rhein oberhalb Stürzelberg im Jahre 1896.

leicht beweglichen linken Ufers hinaus. Die ersten Schlickfänge (Nr. I bis VI) wurden Anfang der sechziger Jahre aus etatsmässigen Fonds in leichter Construction hergestellt, der Schlickfang Nr. III im Jahre 1861, Nr. II, IV und V im Jahre 1862 und Nr. VI im Jahre 1863. Die Buhne Nr. VII, die den am linken Ufer entlang ziehenden Arm coupirt, wurde 1864 gebaut (7268 Mark), die Buhnen VIII, IX und X im Jahre 1865 (37496 Mark), die Buhnen XI, XII und XIII von 1866 bis 1868 (57940 Mark),

Abb. 146. Da der „rauhe Ort“ nicht abgetrieben wurde, obwohl ein ziemlich starkes Gefälle (1 : 3180) auf dem Uebergange bestand, so wurde im Jahre 1889 die Fahrrinne in 150 m Breite und in normaler Tiefe durch Baggerung hergestellt. Um die Strombreite von 300 m überall zu erhalten, wurden dabei die oberen fünf Buhnen (Nr. II bis VII) bis zur Correctionslinie verlängert. Gebaggert wurden im ganzen 100000 cbm, wovon 98500 cbm zur Ausfüllung zwischen den Buhnen und zur Anschüttung unterhalb der letzten Buhne (Nr. XIII) verwendet wurden. Die Kosten betrugen 85528,20 Mark. Die gebaggerte Fahrrinne hat sich nicht durchweg in der Breite von 150 m erhalten; es schiebt sich vielmehr das linke Ufer von neuem wieder etwas vor. Indessen hat bisher noch keine zwingende Veranlassung vorgelegen, mit besonderen Maassnahmen

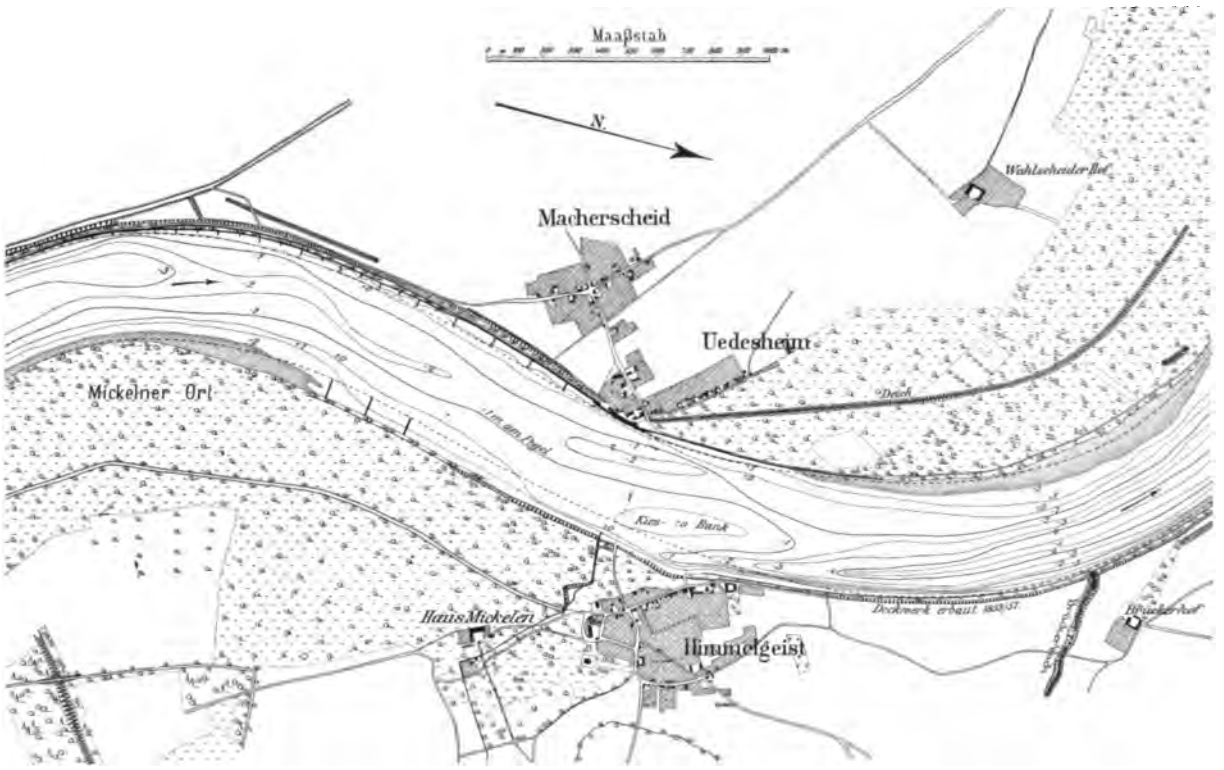


Abb. 148. Der Rhein bei Himmelgeist im Jahre 1874, mit Tiefenlinien von 1860.

vorzugehen, zumal der Itter-Himmelgeister Deich im Bau ist und es sich abzuwarten empfiehlt, welchen Einfluss derselbe auf den Stürzelberger Stromübergang ausüben wird (Abb. 147).

13. In der **Bucht von Stürzelberg bis Uedesheim** ist der Leinpfad zu verschiedenen Zeiten gegen Abbruch gedeckt oder ausgebessert worden. So wurde Ende der dreissiger Jahre das Uferdeckwerk vor dem „Stüttchen“ unterhalb Stürzelberg um 100 Ruthen (377 m) verlängert, im Jahre 1846/47 das Uferdeckwerk vor dem Stüttchen wieder hergestellt und durch Steinvorlagen verstärkt (11050 Mark) sowie das zwischen dem Stüttchen und Uedesheim zurückweichende Ufer durch massive Stromschwellen gegen Grundabbruch geschützt (22500 Mark), in den Jahren 1847/48 wurde der massive Leinpfad unterhalb Stürzelberg verlängert (3000 Mark) und im Jahre 1849 durch Steinbewurf befestigt (7080 Mark). Im Jahre 1850 war die Instandsetzung des Leinpfades vor Stürzelberg bis Uedesheim besonders umfassend (26190 Mark),

dann kehren nur noch im Jahre 1851 die Sicherstellung des Leinpfades am linken Rheinufer zwischen Stürzelberg und Uedesheim, längs des Rauorter Deiches auf 236 Ruthen (889 m) Länge (16180 Mark) und im Jahre 1853 der Ausbau der unbefestigten Leinpfadstrecke zwischen dem Rauorter Deiche und dem „Kreuz“ oberhalb Uedesheim (5386 Mark) wieder. Sonst sind den extraordinären Fonds seitdem aus der Deckung des Ufers besondere Kosten nicht erwachsen.

14. Wohl aber forderte **der Uebergang von Uedesheim bis Himmelgeist** umfassende Maassnahmen, wenn die normale Tiefe von 3 m erreicht werden sollte. Zwischen Uedesheim und Himmelgeist lag nämlich eine ausgedehnte Kiesbank über Null am Pegel, die vom Mickelner Ort (am rechten Ufer) aus weit in den Strom vortrat. Die Fahrrinne war eng und gewunden und lag am linken Ufer. Diesen Uebelständen wurde in den Jahren 1886 und 1887 durch Baggerung einer Fahrrinne von 150 m Breite bis auf — 1,80 m Düsseldorfer Pegel und durch Einschränkung der Strombreite des Ueberganges auf 300 m mittels 14 Buhnen vor Himmelgeist und 12 Buhnen vor Uedesheim abgeholfen (vergl. Abb. 150). Die Krone der Buhnen am rechten Ufer liegt bei Nr. I bis IV auf + 2,50 m Düsseldorfer Pegel, bei Buhne Nr. V auf + 2,75 m Düsseldorfer Pegel und von Nr. VI bis XIV auf + 3 m Düsseldorfer Pegel, während umgekehrt am linken Ufer Buhne I bis VII auf + 3 m Düsseldorfer Pegel, Buhne VIII auf + 2,75 m und Nr. IX bis XI auf + 2,50 m Düsseldorfer Pegel liegen. Die Höhenlage der Krone nimmt also ab von der Concaven zur Convexen hin. Die Buhnen waren als Kiesbuhnen in zweierlei Art construirt (Abb. 149). Die gewonnenen Baggermassen (178404 cbm) wurden theils zur Herstellung der Buhnen, theils zur Ausfüllung der Buhnenintervalle verwendet. Die Gesammtkosten betrugen 188961,60 Mark.

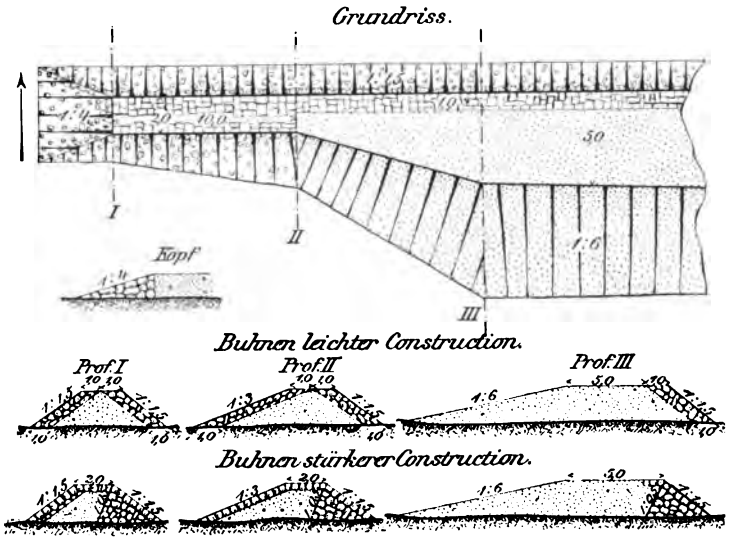


Abb. 149. Construction der Buhnen bei Himmelgeist im Jahre 1886 und 1887.

Durch diese Arbeiten sind die örtlichen Verhältnisse bereits merkbar gebessert. Immerhin besteht aber noch eine gewisse Neigung zu Versandungen. Schon während der letzten Bauausführung mussten 48404 cbm Boden mehr gebaggert werden, als veranschlagt waren, weil eine wiederholte Versandung fertiger Strecken eintrat, wie durch Peilungen speciell festgestellt wurde. Auch neuerdings sind wieder Baggerungen erforderlich geworden und ist der Versuch gemacht, durch Grundschwellen an beiden Ufern auf eine grössere Freihaltung der Fahrrinne hinzuwirken. Inwieweit dies gelungen ist und welchen Einfluss auch der im Bau begriffene neue Himmelgeister Deich in dieser Hinsicht ausüben wird, bleibt abzuwarten.

15. Das concave **Ufer von Himmelgeist abwärts** bis zu dem im Jahre 1847 hergestellten Deckwerke vor Volmerswerth ist auf 2915 m Länge in den Jahren 1853 bis 1857 durch ein Steindeckwerk befestigt worden (46551 Mark), da das hohe Ufer stark in Abbruch lag. Unterhalb des Deckwerks vor Volmerswerth war das Ufer im Jahre 1851 auf 328 m Länge durch ein Deckwerk aus Basaltsteinen gesichert (13189 Mark), vergl. Abb. 151.

16. Die **Stromstrecke von Volmerswerth bis Grimmlinghausen,** in welcher der Strom vom rechten Ufer nach dem linken übergeht, war übermässig breit und hatte nur geringe Tiefe. Beide Ufer waren weit zurückgewichen. Besonders hatte sich oberhalb Grimmlinghausen am

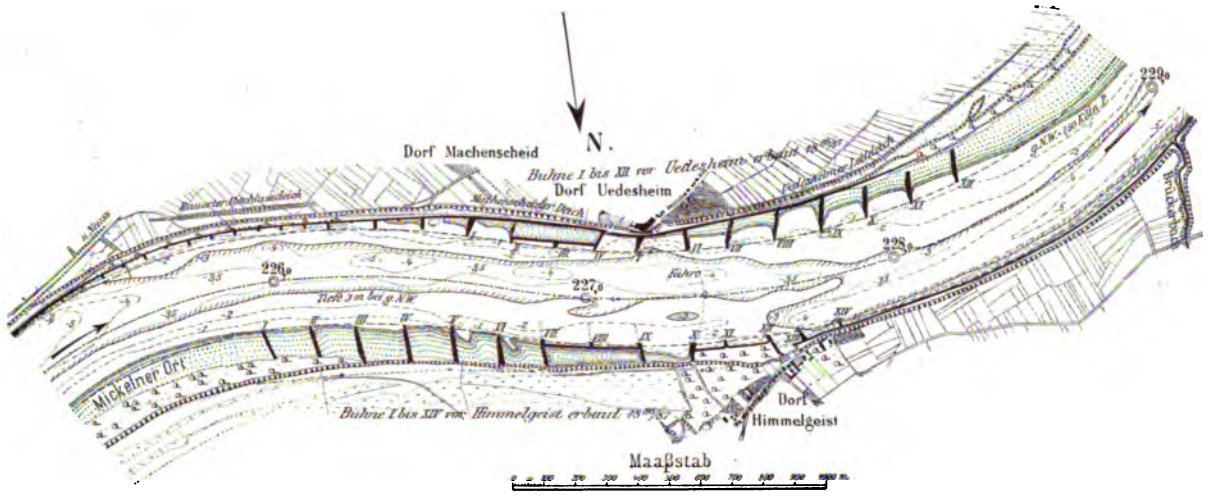


Abb. 150. Der Rhein bei Himmelgeist im Jahre 1896.

Röttgen beim Eisgange im Jahre 1845 eine weite Uferbucht ausgebildet. Da das Wasser zunächst nicht tief war, so waren schon im Jahre 1859 hier aus Unterhaltungsfonds fünf Schlickfänge (Nr. I bis V) angelegt, die dann 1860 dahin vervollständigt wurden, dass das Ufer vor Grimmling-

Abb. 151. Stand der Regulirung zwischen Volmerswerth und Grimmlinghausen im Jahre 1874.

hausen durch vier weitere Buhnen (Nr. VI bis IX) bis zu normaler Uferlinie ausgebaut wurde. Die Buhnen Nr. VII bis IX erhielten vorgelegte Grundschwellen (25279 Mark). Die Schlickfänge und Buhnen sind gut verlandet und haben den Erwartungen vollständig entsprochen (Abb. 151).

Schwieriger lagen die Verhältnisse am rechten Ufer, wo durch den fortschreitenden Abbruch des Ufers der Ort Volmerswerth in Gefahr gerieth, dem Strome zum Opfer zu fallen. Das vor Volmerswerth 1847 erbaute Deckwerk springt ziemlich weit in den Strom vor, erleidet den ganzen Anfall des Stromes und hat daher zur Bildung ungewöhnlich grosser Tiefen Anlass gegeben. Im Jahre 1887 und 1888 hat man der gefährdeten Lage von Volmerswerth und der unregelmässigen Form des rechten Ufers durch Erbau von sieben Grundschwellen vor Volmerswerth (Nr. I bis VII) und von zehn Buhnen (Nr. V bis XIV) abzuhelfen gesucht (vergl.

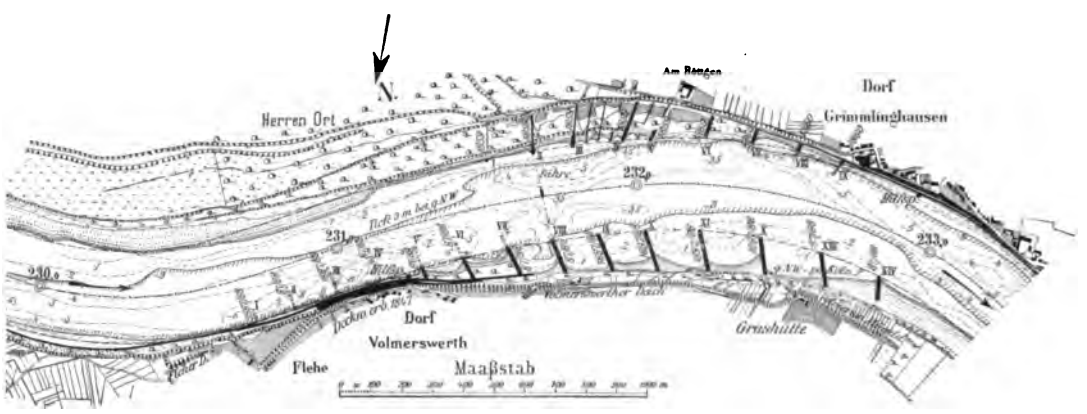


Abb. 152. Der Rhein zwischen Volmerswerth und Grimmlinghausen im Jahre 1896.

Abb. 152). Dabei wurde die Fahrrinne in 150 m Breite bis auf — 2 m Düsseldorfer Pegel mittels Baggerung hergestellt. Gebaggert sind im ganzen 149432 cbm, die zum Theil zur Ausführung der Kiesbuhnen, zum Theil zur Ausfüllung der Intervalle verwendet wurden. Die Grundschwellen bestanden aus Steinschüttung (vergl. Abb. 153). Die Gesammtkosten betrugen 249368,29 Mark.

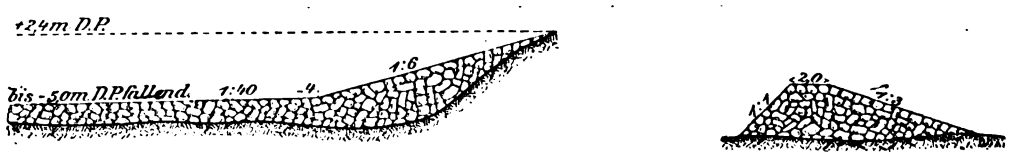


Abb. 153. Längenschnitt und Querschnitt der im Jahre 1888 erbauten Grundschwelle Nr. II vor Volmerswerth.

17. **Vor Grimmlinghausen** sind mehrfache Arbeiten zur Sicherung des Leinpfades nothwendig gewesen, so im Jahre 1853 an der Grimmlinghauser Fähre (8936 Mark), im Jahre 1855 vor Grimmlinghausen selbst auf 130 m Länge (4409 Mark) und in demselben Jahre auf 253 m Länge unterhalb der Erftmündung vor dem Nordcanal (7780 Mark).

18. Die Regulirung der **Stromstrecke von Grimmlinghausen bis Hamm** ist durch die Bergisch-Märkische Eisenbahnverwaltung gelegentlich des Baues der Hammer Eisenbahnbrücke bewirkt worden. Vorher hatte die Strombauverwaltung sich am linken Ufer auf die Unterhaltung des Deckwerks, am rechten Ufer vor Hamm auf die Deckung des Ufers (von 1846 bis 1850) und vor dem Hammer Drap auf den Erbau zweier Schlickfänge (im Jahre 1850/60 und 1861) beschränkt, mit Rücksicht auf die übergrosse Strombreite indess auch die Verbauung des linken

Ufers mit Buhnen in Aussicht genommen. Beim Bau der Hammer Brücke wurde der Eisenbahnverwaltung aufgegeben:

1) einen wasserfreien Leitdeich vom Nordcanal bis zum linksseitigen Landpfeiler der grossen Fluthbrücke mit einem unterhalb der Brücke bis auf Terrainhöhe abfallenden Flügel zu schütten;

2) das Terrain vor diesem Deiche bis zum Ufer von + 6,90 m auf + 6 m am Pegel abfallend mitsammt den darauf stehenden Gebäuden abzutragen und einzuschlichten;

3) die Strombucht im linksseitigen Ufer von Grimmlinghausen bis Leuchtenberg mit Buhnen zu verbauen;

4) desgleichen die rechtsseitige Bucht dicht oberhalb des Dorfes Hamm;

5) vor dem linksseitigen Ufer von der Fährstelle abwärts bis durch die Hauptbrücke einen Sommerleinpfad in der Höhe von + 10' (3,10 m) am Pegel zu bauen und zu hinterfüllen;

6) die rechtsseitigen Fluren von Hamm durch Ergänzung der Eindeichungen von Hamm bis Flehe bis zur Höhe von 32' (10 m) am Pegel gegen Ueberfluthungen zu schützen.

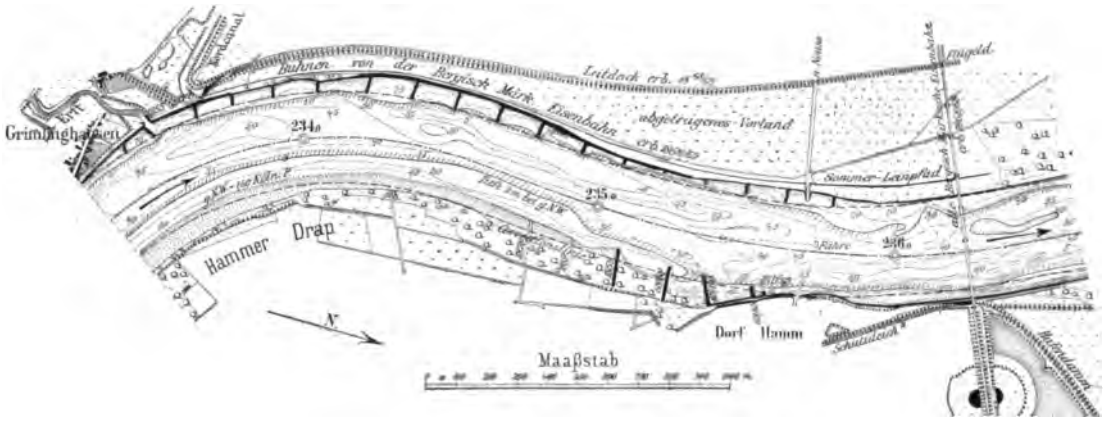


Abb. 154. Der Rhein von Grimmlinghausen bis Hamm im Jahre 1896.

Diese Arbeiten gelangten in den Jahren 1868 und 1869 zur Ausführung (vergl. Abb. 154), ohne dass dem Staate besondere Kosten dafür erwachsen sind. Im Jahre 1898 ist die Unterhaltung der Buhnen auf die Strombauverwaltung übergegangen.

19. **Zwischen Hamm und Heerdt** spaltete früher die Oelgangsinsel den Strom. Um die geringen Tiefen im rechten Hauptarme zu vermehren, wurde der linke, um die Oelgangsinsel herumführende Arm im Jahre 1842 durch zwei Coupirungen in der Höhe des Mittelwassers abgeschlossen. Der Königlichen Domänen- und Forstverwaltung, welche Besitzerin der Oelgangsinsel war, blieb es zunächst überlassen, durch Rauschen auf weitere Verlandung hinzuwirken. Als die Strombauverwaltung im Jahre 1863 am unteren Ende der Insel eine dritte Coupirung anlegte, die zugleich auf 68 m Länge ein Richtwerk für die Mündung des Erftcanals bildete (22212 Mark), wurden von der Domänenverwaltung um dieselbe Zeit sieben Schlickfänge weit in den Hauptarm vorgebaut. Wiederholt ist das Richtwerk stromab verlängert worden, so in den Jahren 1864 und 1865 um 136 m (aus etatsmässigen Fonds), im Jahre 1866 um 75 m (6367 Mark), wobei an dem oberen Ende der Insel ein 7,50 m breiter Zuleitungsgraben und in den drei Coupirungen eine Durchflussöffnung von 7,50 m Breite angelegt wurde, ferner im Jahre 1867 um 132 m Länge (7365 Mark) und im Jahre 1870 um 290 m (12112 Mark), vergl. Abb. 155. Die

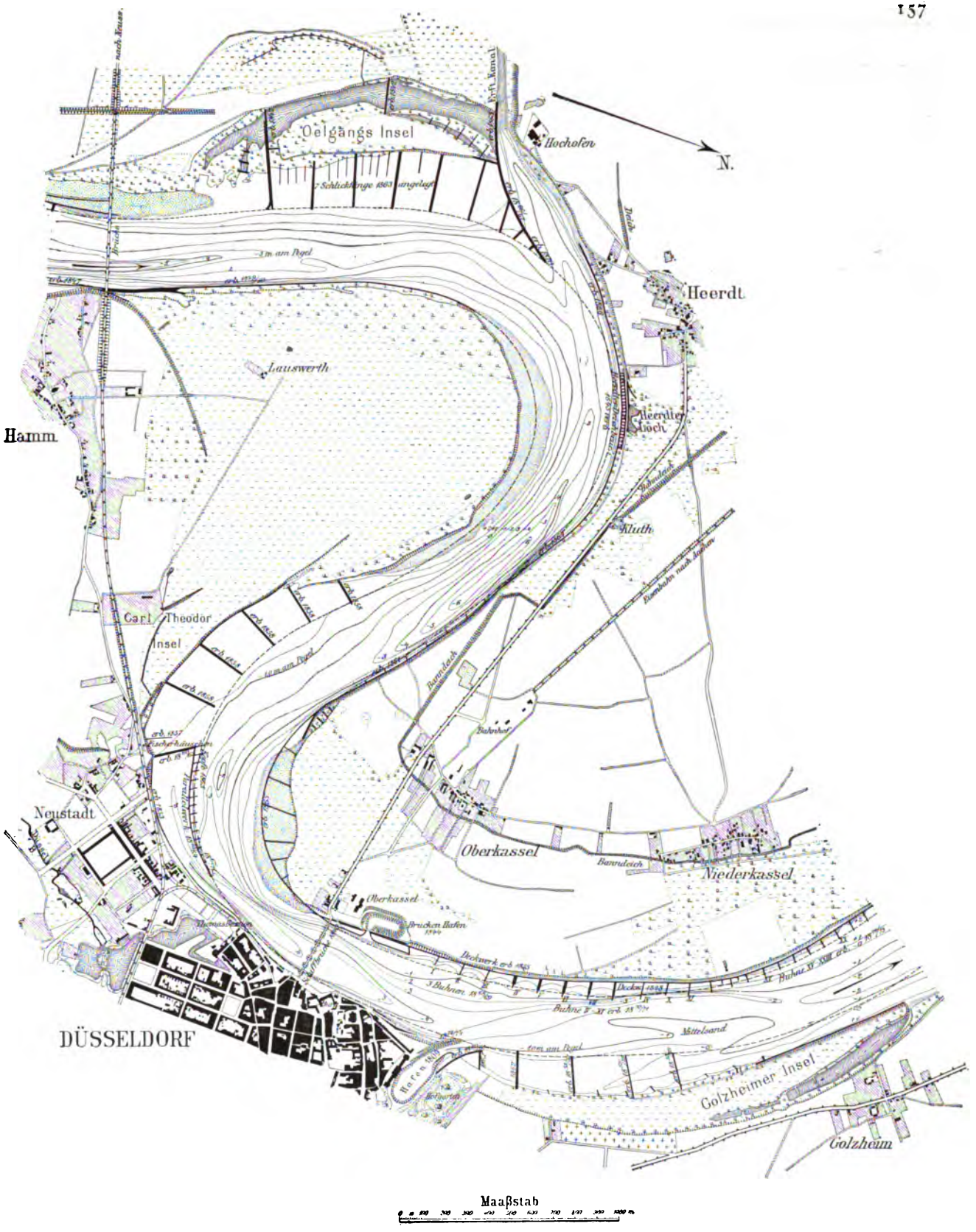


Abb. 155. Stand der Regulirungsarbeiten bei Heerdt und Düsseldorf im Jahre 1874.

Höhe des Werkes betrug + 10' (+ 3,10 m) am Pegel. Bei dem letzten Ausbau wurden auch die beiden Buhnen (Nr. IX und X) am Richtwerk selbst erbaut. Die Arbeiten reichten indess nicht hin, um die zwischen Hamm und Heerdt sich noch immer bemerkbar machenden Versandungen zu verhüten, so dass es nothwendig war, in den Jahren 1885/86 die am linken Ufer liegenden Schlickfänge an der Oelgangsinsel zu erhöhen und bis zur Correctionslinie zu verlängern, sowie eine 100 m breite Schiffahrtsrinne bis zur Normaltiefe von — 1,70 m Düsseldorfer Pegel auszubaggern. Gebaggert sind im ganzen 47258 cbm, wovon 19243 cbm zu den Buhnen und zum Ausbau des linken Ufers oberhalb der ersten Buhne verwendet sind, während 28015 cbm der linksrheinischen Eisenbahnverwaltung gegen Entschädigung überlassen wurden. Die Gesammtkosten betrugen 64514 Mark (vergl. Abb. 156).

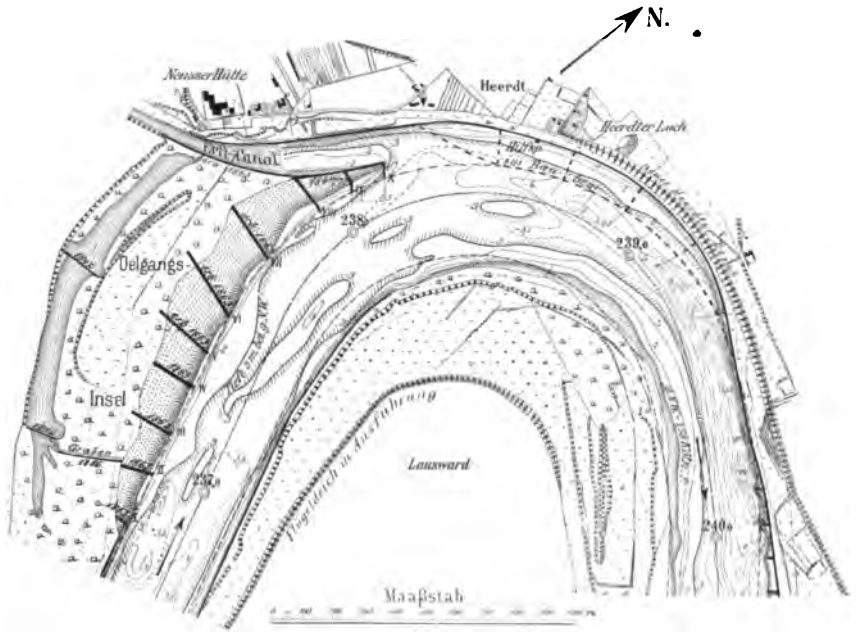


Abb. 156. Der Rhein bei Heerdt im Jahre 1896.

Auch in der Mündung des Erftcanals waren Baggerungen geboten, die zuerst in den Jahren 1881 und 1882 unter Aufwendung von 95060,25 Mark ausgeführt wurden. Es wurde eine von 20 m auf 50 m Breite zunehmende Fahrrinne hergestellt und aus den gebaggerten 50858 cbm Boden wurde das linke Ufer in Höhe von + 4 m Düsseldorfer Pegel am Canal von Heerdt bis zu 65 m vorgeschoben. Abermalige Baggerungen sind in der Mündung selbst im Jahre 1883/84 unter Aufwendung von 19616,77 Mark ausgeführt worden, gemeinschaftlich mit den Arbeiten der Stadt Neuss.

Das Ufer vor und unterhalb Heerdt hat wiederholte Aufwendungen erfordert, da es bei hohem Wasser und Eisgang besonderem Stromangriff ausgesetzt war (vergl. Abb. 157). Als im Jahre 1845 das Ufer abermals durchgebrochen und das sogenannte Heerdter Loch entstanden war, wurde dasselbe von 1845 bis 1847 mittels eines „Steindammes“ wieder geschlossen (34800 Mark), ebenso eine zerstörte Uferstrecke vor Heerdt (19800 Mark). Auch das Faschinendeckwerk vor dem Heerdter Ufer von der alten Schanze bis zum neuen Steindeckwerk musste von 1845 bis 1847 erneuert werden (75000 Mark). Die unterste Strecke des Heerdter

Ufers bis zum Sandfelde, gegenüber der Neustadt, wurde von 1847 bis 1849 durch sieben Buhnen aus Senkfaschinen mit Steindecken verbaut (93000 Mark), vergl. Abb. 155. Die

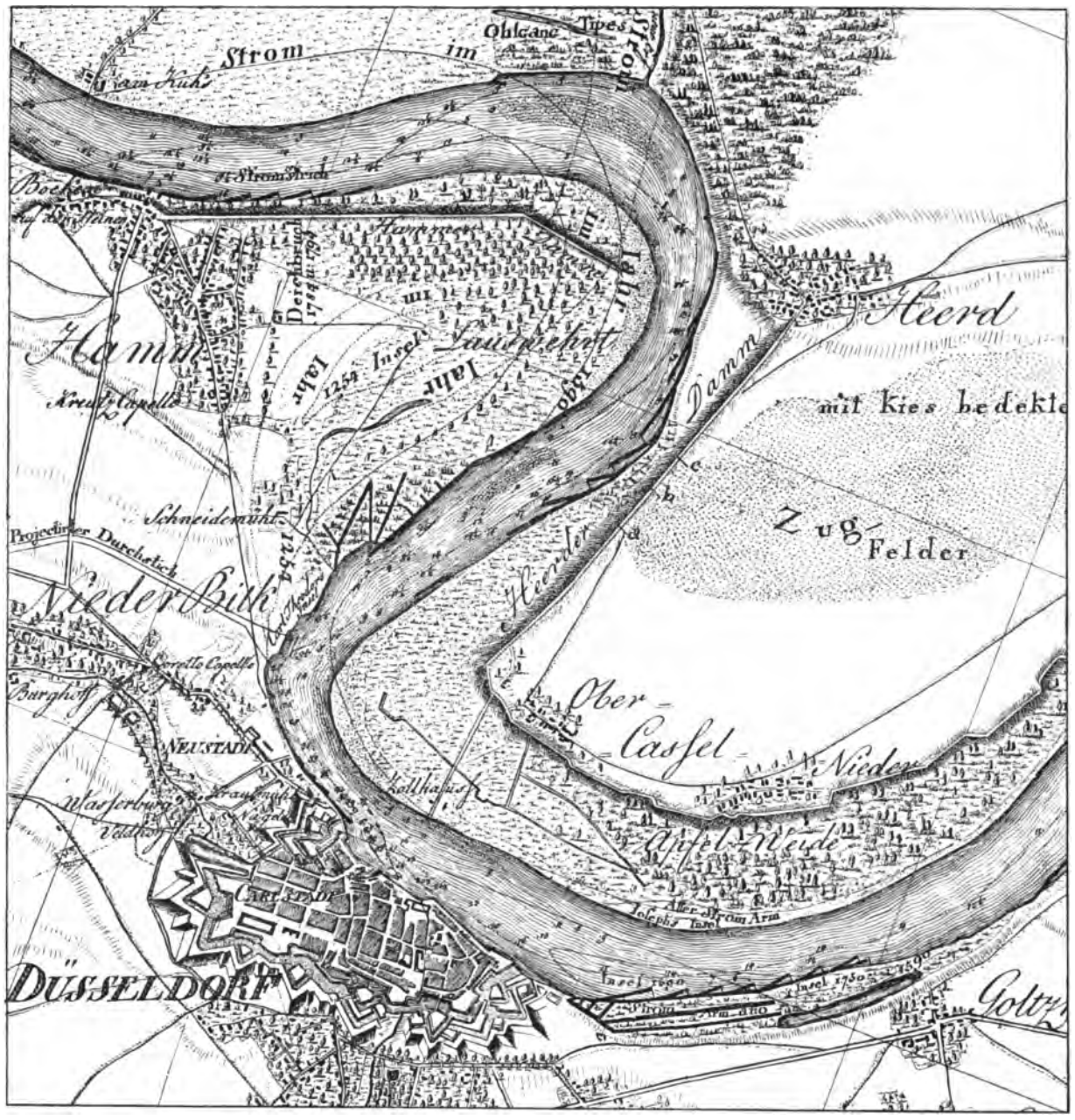
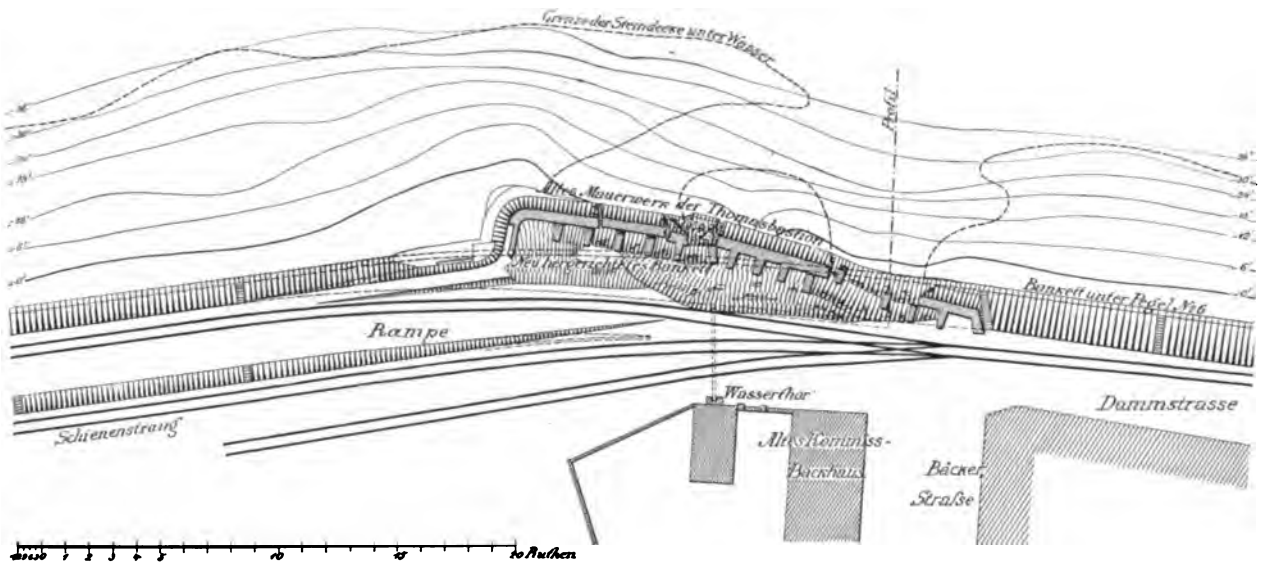


Abb. 157. Der Rhein von Hamm bis Düsseldorf im Jahre 1798 (nach Wiebeking).

Ringkahde um das Heerdter Loch wurde 1850 hergestellt (4650 Mark). Da sich an dem Vorsprunge des Heerdter Banndeiches zwischen Heerdt und Obercassel sehr grosse Tiefen

gebildet hatten, so forderte die Unterhaltung des linken Ufers auch später noch wiederholte Arbeiten, die indess meistens aus Unterhaltungsfonds bezahlt worden sind, bis neuerdings der Heerdter Deichverband seinen Banndeich neu ausgebaut und dabei auch die Möglichkeit sich bot, den Deichvorsprung landeinwärts zurückzulegen. Gleichzeitig mit diesen Arbeiten erfolgt



gegenwärtig dann auch die Vorschiebung des Ufers vor Heerdt durch ein langes Leitwerk, das mit vier Traversen an das Ufer angeschlossen und durch acht Stromschwellen gegen Unterspülung gesichert ist. Erst durch diese neuesten Arbeiten, deren Kosten durch besondere Bewilligung bereit gestellt wurden, ist das Heerdter Ufer bis zur Correctionslinie vorgeschoben und hat damit die Lage wieder erreicht, die es früher besass und die es naturgemäss für eine regelmässige Stromführung nothwendig besitzen muss (vergl. Abb. 156).

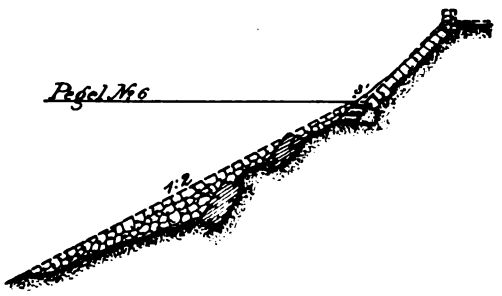


Abb. 158a. Querschnitt des Uferausbaus vom Jahre 1851 an der Thomasbastion.

20. Die rechtsseitige **Uferbucht vor der Neustadt** von Düsseldorf oberhalb der alten Thomasbastion hat im Laufe der Zeit noch grössere Umwandlungen erfahren. In alten Zeiten lag hier die Karl Theodor Insel, deren Anschluss an das rechte Ufer nach Wiebekings Mittheilungen vom Jahre 1798 mittels drei langer declinanter Richtwerke bewirkt war (vergl. Abb. 157). Zur Deckung des Ufers vor Düsseldorf selbst und vor der Neustadt von Düsseldorf sind im Laufe der Jahre wohl alle Vertheidigungssysteme erprobt worden, die es überhaupt gegeben hat, declinante Werke, Triangelwerke, Deckwerke und Buhnen, bis endlich die trotz aller dieser Werke in die unergründeten Tiefen des Rheins gesunkenen Mauern, Steine und Schuttreste zwei bestimmte feste Punkte geschaffen haben, an denen der Strom sich brach. Die beiden festen Punkte sind einerseits die alte Thomasbastion, andererseits das alte Schloss der Herzöge von Berg, die in Düsseldorf residirten. Als die Strombauverwaltung im Jahre 1851 ihre Wirksamkeit antrat, war

die Thomasbastion trotz wiederholter Zurücklegung wiederum in eigenthümlicher Lage (vergl. Abb. 158). Sie musste abgebrochen und an ihrer Stelle eine regelmässige Böschung angelegt werden (49289 Mark, wovon die Stadt Düsseldorf 23104 Mark übernahm). Von der Thomasbastion aufwärts bis zum „Fischerhäuschen“ (vergl. Abb. 155) auf rund 140 Ruthen (527 m) Länge wurde das Ufer im Jahre 1853 in Höhe von 10' (3,10 m) am Pegel durch ein Steindeckwerk befestigt (6598 Mark). Die ausserordentlich starke Krümmung des Rheins vor der Neustadt erschwerte derartige Uferdeckungen sehr. Das stromseitige Ufer der Karl Theodor Insel und das Ufer vor der Neustadt war bereits weit zurückgewichen, das Strombett bis auf 700 m erbreitert. Die Kiesbank am linken Ufer schob sich der Neustadt gegenüber immer weiter in den Strom vor und liess befürchten, dass der von der Karl Theodor Insel ausgehende Schaarort, der noch bis nahe zur Thomasbastion herunterreichte, demnächst am oberen Ende durchbrochen und damit die Vertheidigung des Ufers vor der Neustadt sehr erschwert werden würde. Nach längeren Erwägungen entschloss man sich im Jahre 1858 daher zu einer Regulirung dieser Strecke, die darauf ausging, die rechtsseitige Uferbucht vor der Neustadt durch ein Buhnensystem zu verbauen und auf dem linken Ufer die convexe Form durch einen Leitdamm herzustellen, der durch sechs Traversen

Abb. 159. Der städtische Hafen bei Düsseldorf, erbaut 1890 bis 1896.

ans Ufer angeschlossen wurde. Von 1858 bis 1860 wurden zunächst am rechten Ufer in Höhe von + 3,10 m am Pegel fünf lange Buhnen erbaut (98791 Mark) und dadurch der Schaarort an das rechte Ufer angeschlossen. Von 1860 bis 1862 wurde am rechten Ufer die dritte, vierte und fünfte Buhne verlängert und eine sechste Buhne am Fischerhäuschen erbaut (77980 Mark), während im Jahre 1862 das vom Kopf der sechsten Buhne auf dem Schaarort entlang laufende Parallelwerk begonnen und bis 1863 auf 485 m Länge (58490 Mark) erbaut, bis 1865 um 296 m verlängert wurde (92979 Mark). Die Höhe des Werkes lag in + 10' (+ 3,10 m) am Pegel. Bei Ausführung der Verlängerung trat vor der Thomasbastion eine so starke Nehrung ein, dass schleunigst durch Baggerung einer Rinne im Kiesort des linken Ufers Abhülfe geschaffen werden musste. Im Jahre 1865 wurde dann auch das convexe Ufer, das ebenfalls dem Abbruch unterlag und weit zurückgewichen war, durch einen mittels sechs Traversen an das Ufer angeschlossenen Leitdamm in Höhe von 12' (3,80 m) am Pegel ausgebaut (25163 Mark). Von 1868 bis 1869 wurde das rechtsseitige Parallelwerk abermals verlängert und zwar um 75 m (53962 Mark). Das Parallelwerk lag im allgemeinen auf dem alten Schaarort in möglichst geringer Tiefe und war nach dem Strome zu durch 16 Böschungsköpfe gegen Unterspülung gesichert (vergl. Abb. 155).

In diesem Zustande verblieb das rechte Ufer vor der Neustadt von Düsseldorf, bis die Stadt Düsseldorf von 1890 bis 1896 durch den Bau des städtischen Hafens die Lage von

Grund aus umgestaltete (vergl. Abb. 159). Während der Ausbau des rechten Ufers und die Abgrabung des linken Ufers auf städtische Kosten erfolgte, übernahm die Strombauverwaltung die Sicherung des neuen Ufers oberhalb und unterhalb des Brückenhafens (vergl. Abb. 155) im Jahre 1891 und 1892 unter Aufwendung von 125965,27 Mark und die Kosten der dabei erforderlichen Verlegung der linksseitigen Schiffbrückenrampe, welche 44917,46 Mark betrugen. Der städtische Hafen hat eine Gesammtgrösse von 79 ha 75 a, wovon auf Wasserfläche 22 ha entfallen. Die Krone des Hafenschutzdeiches liegt 1 m über Hochwasser, die Gesammtkosten der Hafenanlage betrugen 9965000 Mark. Mit diesen Arbeiten war die alte Durchstichfrage, die für die starken Stromkrümmungen bei Düsseldorf immer wieder auftauchte, endgültig erledigt. Der Hafenbau war in dieser Hinsicht der erste wichtige Schritt; ihm sind vor Düsseldorf selbst und dicht unterhalb der Stadt in den letzten Jahren weitere Maassnahmen gefolgt, die das Bild des Stromes und die Rheinansicht der Stadt so wesentlich umgestaltet haben, dass heute Niemand mehr daran denken wird, Düsseldorf vom Rhein abzudrängen.

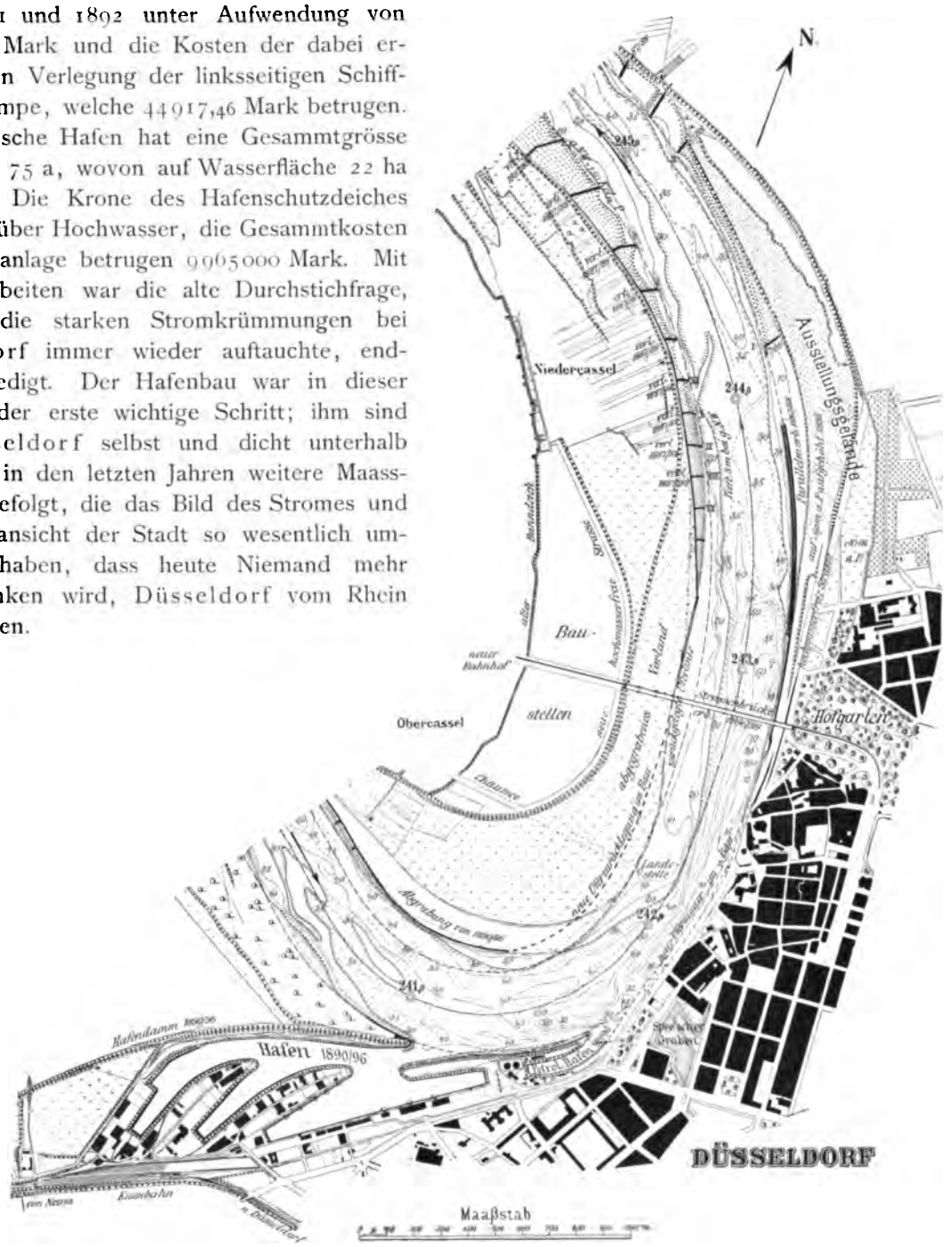


Abb. 160. Der Rhein bei Düsseldorf im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1896.

VII. Die Stromstrecke von Düsseldorf bis Ruhrort.

Ueber den Zustand der Stromstrecke von Düsseldorf bis Ruhrort um die Mitte des Jahrhunderts, wo die Wirksamkeit der Strombauverwaltung begann, sprach sich die technische Commission der Rheinuferstaaten im Befahrungsprotokoll Nr. XVIII vom 7. Mai 1849 folgendermaassen aus: „Die Beschaffenheit des Rheins in Beziehung auf seinen Lauf, seine Ufer, auf das Gelände, welches er durchschneidet, und auf seine Bedämmung ist in der Strecke von Düsseldorf bis Ruhrort dieselbe, wie sie in dem vorhergehenden Protokoll (für die Strecke von Cöln bis Düsseldorf) beschrieben wurde. Nur beginnen bei Bodberg auf dem linken Ufer vollständige Eindeichungen zum Schutze des niedrig gelegenen Geländes gegen die hohen Fluthen des Rheins.

„Die Krone der meistens ziemlich nahe am Ufer hinziehenden Hauptdämme (Banndeiche) liegt auf 28 bis 29 Fuss (+ 8,80 bis 9,10 m) am Ruhrorter Pegel. Ihr grösster Abstand vom Ufer beträgt etwa 600 m.

„Gleich unterhalb Büderich (bei Mönchenwerth), nahe am linken Ufer, tritt ein kleiner Felsen (Kohlensandstein) aus dem Bette hervor, welcher bei einem Wasserstande von 5 Fuss (+ 1,60 m) am Düsseldorfer Pegel zu Tage kommt, übrigens ganz ausser der Fahrbahn liegt.

„Die mindeste Strombreite beträgt 320 m (unterhalb der Düsseldorfer Brücke gegenüber 151 m an der Neustadt bei Düsseldorf), die grössten Breiten finden sich vor am Leuchtenberger Ort (520 m) und oberhalb Uerdingen (530 m).

„Stromspaltungen werden erzeugt durch den Dagort (dicht am linken Ufer oberhalb Ober-Lörrik) und durch die Bodberger Insel, sowie bei kleinem Wasser durch eine Kiesbank (Mittelfeld) oberhalb Uerdingen auf der linken Rheinseite, welche bei 7 Fuss Pegelstand (2,20 m) über Wasser kommt, und eine solche zwischen Werthhausen und Essenberg in der Nähe des linken Ufers, die bei einem Wasserstande zwischen 5 Fuss und 6 Fuss (+ 1,60 bis + 1,90 m) am Ruhrorter Pegel bloss wird.

„Die grösste Tiefe befindet sich vor dem Düsseldorfer Werft unterhalb der Brücke, wo sie 8 m unter Null beträgt; die mindeste Tiefe in einer kleiner Strecke unterhalb des Düsseldorfer Sicherheitshafens ist 0,80 m unter Null.

„Stromcorrectionen durch Einschränkung haben in der hier in Rede stehenden Strecke nicht stattgefunden, wogegen zur Darstellung regelmässiger Uferlinien, namentlich in den Concaven bei Uerdingen und von Essenberg bis Homberg, mit Steindeckwerken 10600 m, mit Faschinen und vortretenden Werken 7500 m ausgebaut sind.

„Von Düsseldorf bis oberhalb der Schnellenburg und von Uerdingen bis Ruhrort liegt der Leinpfad auf dem linken, von der Schnellenburg bis Uerdingen auf dem rechten Ufer in der Höhe von 14 Fuss (+ 4,40 m) am Düsseldorfer Pegel."

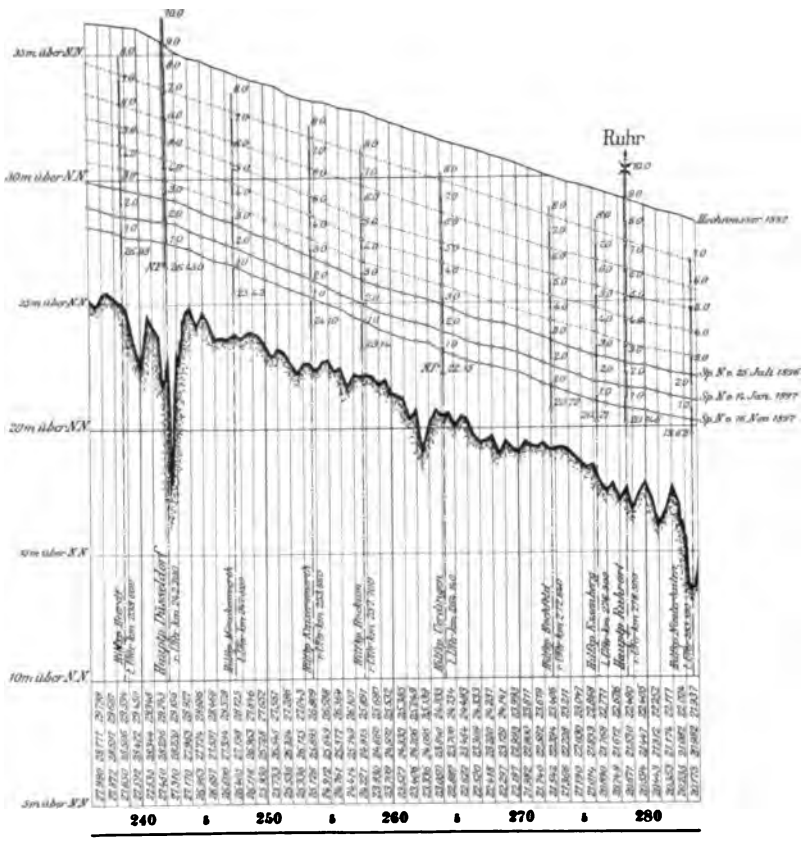


Abb. 161. Längenschnitt des Rheins von Düsseldorf bis Ruhrort
(unter Darstellung der mittleren Sohlenhöhe bei gemitteltem Niedrigwasser).

Im grossen und ganzen lagen die Verhältnisse zwischen Düsseldorf und Ruhrort demnach ähnlich, wie zwischen Cöln und Düsseldorf, aber die Schwierigkeiten, die einer Regulirung des Stromes entgegenstanden, waren doch nicht so gross. Der Rhein zieht sich zwar ebenfalls in stark gekrümmten Windungen durch das allmählich an Breite zunehmende Thalgelände hin, aber die einzelnen Windungen haben grössere Ausdehnung, so dass die Stromrichtung bei Hochwasser nicht den Stromlauf kreuzt. Hohes und niedriges Wasser verfolgen vielmehr annähernd denselben Lauf. Durch den Bau der Deiche in der Schau von Lohausen im Jahre 1854, von Bockum — Serm — Mündelheim im Jahre 1858 und von Ilverich — Lank im Jahre 1887 ist diese Uebereinstimmung noch grösser geworden wie früher und es wäre

nur erwünscht gewesen, wenn der Bau eines Deiches von Langst über Nierst nach Fegetesch ebenfalls verwirklicht worden wäre.

Auch die Gefällverhältnisse sind angemessene, so dass eine Wanderung von Kiesbänken nirgends zu spüren ist. Wohl ist eine merkbare Geschiebeführung vorhanden, plötzliche starke locale Ansammlungen machen sich aber nicht geltend. Die Tiefen bleiben auch bei hohem Wasser ziemlich unverändert. Das Felsenriff von Kohlensandstein, der als eine Verbindungsrippe von Aachen bis zur Ruhr sich hinzieht, ist zwar bei Mönchenwerth zu spüren, bei Uerdingen ist das Strombett am linken Ufer mit mächtigen Steinblöcken durchsetzt, sonst besteht das

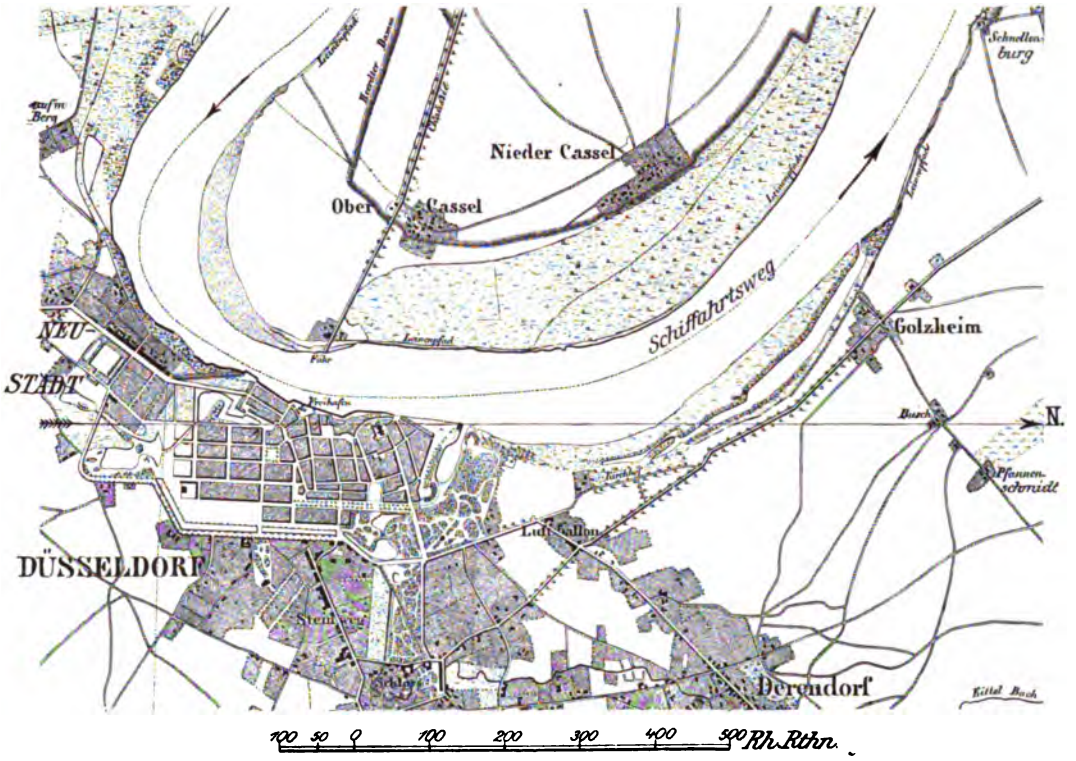


Abb. 162. Der Rhein bei Düsseldorf im Jahre 1836.

Strombett vorwiegend aus Kies, der nur an besonders geschützten Stellen stärkere Beimischungen feinen Sandes enthält. Das normale Durchschnittsgefälle von der Erft- bis zur Ruhrmündung beträgt rund 1 : 6000, schwankt indess in den einzelnen Kilometern bei Niedrigwasser zwischen 1 : 2882 (bei Wittlaer) bis 1 : 14300 (bei Uerdingen), vergl. Abb. 161.

1. Die grössten **Umgestaltungen** auf dieser Strecke haben sich **bei Düsseldorf** selbst vollzogen oder sind noch in der Ausführung begriffen. Was zunächst das rechte Ufer vor Düsseldorf bis zur Schnellenburg hin anbetrifft, so war im Jahre 1809 an Stelle des alten, grösstentheils zugeschütteten Sicherheitshafens in der Mitte der Stadt am nördlichen Ende der Stadt ein Hafenbassin mit einer Sohlenbreite von 16 Ruthen (60 m) bis 0,60 m unter Null am Pegel begonnen und bis 1814 fertig gestellt worden. Dieses Hafenbecken unterlag indess starker Aufschlickung. In den Jahren 1823, 1832 und 1839 mussten Ausbaggerungen vorgenommen werden, wobei die Sohle auf 82 m verbreitert wurde (vergl. Abb. 155 und 162).

Im Jahre 1852 war der Hafen wiederum so weit aufgeschlammt, dass abermals eine Austiefung erfolgen musste (16796 Mark). Die durchschnittliche jährliche Aufschlickung wurde dabei zu 0,22 Fuss (7 cm) ermittelt. Die Hafenmündung wurde im Jahre 1872 wesentlich erweitert und stromauf durch Verlängerung der Hafenmole ausgebaut. Dabei wurde der Hafen von neuem ausgebaggert (100206 Mark). Eine umfassende Vertiefung wurde im Jahre 1881/82 nothwendig und zwar bis zur normalen Tiefe von — 1,64 m am Düsseldorfer Pegel. Im ganzen wurden dabei 32631 cbm Schlamm, Sand und Kies gebaggert und in die Buhnenintervalle am linken Ufer transportirt. Ferner mussten alte Mauertrümmer und 276 Stück alte Pfähle beseitigt werden, so dass eine Taucherglocke zur Hülfe genommen wurde. Die Ausführungskosten betrugen 54950,06 Mark. Durch den Neubau der festen Brücke bei Düsseldorf wurde das Hafenterrain dann zu den Rampenanlagen am rechten Ufer erforderlich und ist der Hafen von 1896 bis 1898 zugeschüttet, so dass heute keine Spur mehr an ihn erinnert (vergl. Abb. 160).

Ebenso sucht man die Golzheimer Insel, die unmittelbar unterhalb des Hafens am rechten Ufer lag, heute vergebens. Die Insel war zwar schon vor über 120 Jahren an das rechte Ufer angeschlossen (vergl. Abb. 157), bis 1844 hin war der alte Stromarm, der um die Insel herumführte, fortschreitend zur Förderung der Verlandung coupirt und bepflanzt, so dass nur vor Golzheim selbst noch geringe Spuren des alten Rheins zu finden sind. Am Hauptarme des Rheins war die Insel indessen mehr und mehr abgebrochen, so dass im Jahre 1858 die Strombreite bis zu 550 m gewachsen und ein breites Mittelfeld im Entstehen begriffen war (vergl. Abb. 155). Dieses Mittelfeld sperrte die Fahrrinne bereits derartig, dass bei den ausserordentlich niedrigen Wasserständen im Jahre 1857 und 1858 sich der Schiffahrt ernste Hindernisse boten. Eine Einschränkung des Stromes auf normale Breite hätte diesem Uebelstande wohl am sichersten abhelfen können, aber mangels ausreichender Geldmittel begnügte man sich im Jahre 1858 und 1859 zunächst, vom rechten Ufer drei niedrige Stromschwellen (in Höhe von + 0,60 bezw. 0,90 bezw. 1,20 m am Pegel) bis auf den Mittelsand vorzustrecken, als Grundlage für spätere Buhnen (13760 Mark). Im Jahre 1862 wurde die untere Mole des Sicherheitshafens mit allmählichem Abfall von + 6 bis + 3,10 m am Pegel verlängert und mittels Traverse an das rechte Ufer angeschlossen (53906 Mark).

Linksseitig war vor dem „Pappelwalde“ das Ufer in den Jahren 1848 und 1849 durch ein Steindeckwerk in Höhe von + 3,10 m am Pegel gesichert, aber der Eisgang des Winters 1855 hatte dieses Deckwerk zum Theil zerstört, da sich das Eis auf dem rechtsseitigen Grandorte festgesetzt hatte, so dass im Jahre 1856 das linke Ufer abermals durch ein Deckwerk bis zu dem 1844 erbauten Brückenhafen hinauf befestigt wurde (13700 Mark). Im Zusammenhange mit den am rechten Ufer angelegten Stromschwellen wurden im Jahre 1859 auch vom linken Ufer drei niedrige Stromschwellen, deren Köpfe in Höhe von — 0,60 m bezw. 0 m bezw. + 0,60 m am Pegel lagen, vorgestreckt (9353 Mark). Oberhalb und unterhalb dieser Werke wurde 1860 noch je eine Stromschwelle hinzugefügt, deren Köpfe in Höhe von — 0,60 m bezw. + 1,30 m am Pegel lagen (17328 Mark). In den Jahren 1868 und 1869 sind die drei Buhnen (Nr. I bis III) unterhalb des Schiffbrückenhafens aus etatsmässigen Fonds erbaut und im Anschluss an die Schwellen am linken Ufer, die im Jahre 1859 erbaut waren, drei neue Schwellen angelegt (10699 Mark). Die Buhnen Nr. I bis III wurden im Jahre 1870 und 1871 verlängert und die Buhnen Nr. IV bis XI neu gebaut, wobei der vordere Theil der Buhnen in einer Länge von rund 35 m in Höhe von + 2 m am Pegel, der landseitige Theil in Höhe von + 3 m gelegt wurde (104306 Mark). Ein unter dem 25. März 1871 aufgestellter Generalplan legte die Uferlinie vom Düsseldorfer Schiffbrückenhafen bis vor Mönchenwerth hin fest. Auf dieser Grundlage sind

die Buhnen Nr. XV bis XXIII alsbald aus etatsmässigen Fonds angelegt, während die Buhnen Nr. XXIV bis XXXVIII von 1874 bis 1876 aus extraordinären Fonds erbaut wurden (22012 Mark).

Der Ausbau des linken Ufers allein konnte den geringen Fahrtiefen auf dem Grandorte vor der Golzheimer Insel indess nicht abhelfen, die Schwellen am rechten Ufer lagen aber, wenn sie auch gut verlandet waren, viel zu niedrig, um wesentliche Wirkung auszuüben. Um die normale Fahrtiefe herzustellen, wurde daher in den Jahren 1887 und 1888 das rechtsseitige Ufer in der Richtung der Correctionslinie durch ein 700 m langes Parallelwerk, dessen Krone in Höhe von + 3 m am Pegel lag (vergl. Abb. 163), sowie durch fünf Buhnen vor Golzheim und drei Buhnen unterhalb der Schnellenburg ausgebaut; am linken Ufer wurden zwölf Buhnen verlängert und drei Buhnen neu gebaut. Die Fahrrinne wurde in 150 m Breite bis auf — 1,80 m Düsseldorfer Pegel durch Baggerung hergestellt. Die dabei gewonnenen Kiesmassen (141917 cbm) wurden theils zu den Bauwerken verwendet (51000 cbm), theils wurden dieselben am rechten Ufer vor der Buhne I und II vor Golzheim unterhalb des Parallelwerks angeschüttet und befestigt. Die Gesammtkosten betrugen 217722,34 Mark.

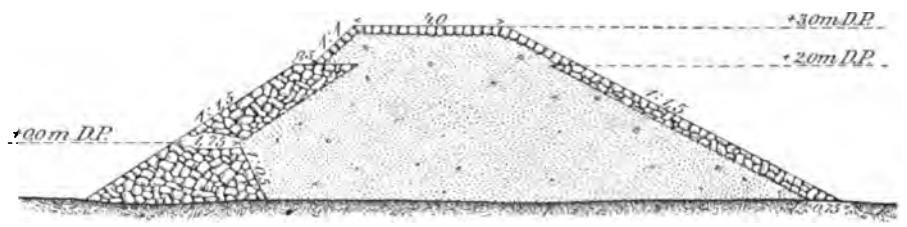


Abb. 163. Querschnitt des im Jahre 1887 und 1888 erbauten Parallelwerks an der Golzheimer Insel.

Mit diesen Arbeiten war die Strecke im grossen und ganzen auf die Normalbreite von 300 m eingeschränkt worden, als der Bau einer festen Brücke bei Düsseldorf in Anregung kam. Feste Gestalt gewann dieser Gedanke indess erst im Jahre 1895, als einer Privatvereinigung, der Rheinischen Bahngesellschaft, die Concession zum Bau einer elektrischen Eisenbahn zwischen Düsseldorf und Krefeld in Aussicht gestellt wurde. Für die Strombauverwaltung war die äusserste Förderung dieses Unternehmens angezeigt, da sie durch Beseitigung der Schiffbrücke und Freilegung des linken Vorlandes Düsseldorf gegenüber sowohl für die Schiffahrt als auch für die Vorfluth bei Hochwasser endlich freie Bahn gewann. Da sich die Erbauung der festen Brücke nur durch eine Vorschiebung des linken Banndeiches erreichen liess, wenn die Brücke nicht übermässige Kosten erfordern sollte, so wurde eine Abgrabung des hohen Vorlandes, auf dem der Bahnhof Obercassel, die Chaussee nach Neuss und viele private Gebäude standen, nothwendig. Die Kosten dieser Abgrabung bis auf + 4 m Düsseldorfer Pegel am Ufer und bis auf + 5 m Düsseldorfer Pegel am Deich übernahm die Strombauverwaltung unter Aufwendung von 630964,80 Mark. Da die Rheinische Bahngesellschaft das durch Vorschiebung des linken Banndeiches gewonnene Gelände als Bauterrain verwerthen wollte, so wurde ihr der Abtragboden überlassen, sie musste dafür aber das abzugrabende Vorland frei von Gebäuden u. s. w. zur Verfügung stellen. Aller Grunderwerb, die Verlegung des Bahnhofs, der Wege u. s. w. geschah auf Kosten der Gesellschaft. Durch lange Verhandlungen wurden die verwickelten Fragen endlich erledigt. Die Brücke ist im Jahre 1899 eröffnet und bildet mit der Bonner Brücke zugleich ein hervorragendes Zeugniss unserer heutigen Brückenbautechnik (vergl. Abb. 164).

Kaum nahte die Brücke ihrer Vollendung, so begann schon ein anderes Unternehmen, die für das Jahr 1902 zu Düsseldorf geplante Industrie- und Gewerbeausstellung, ihre Kreise zu ziehen. In Aussicht genommen ist für diese Veranstaltung die Golzheimer Insel, nachdem dieselbe einer umfassenden Erhöhung auf + 6 m Düsseldorfer Pegel, grossen Theils sogar bis über Hochwasser auf + 9 m Düsseldorfer Pegel unterzogen sein wird (vergl. Abb. 160).

Allen diesen Umwandlungen gegenüber hat die Stadt Düsseldorf dann auch die Herstellung einer neuen Kaimauer an der Stadt entlang in Angriff genommen, so dass in kurzer

Abb. 164. Ansicht der in den Jahren 1896 bis 1898 erbauten Strassenbrücke bei Düsseldorf.

Zeit eine schöne Terrasse am Strome sich hinziehen und die Unregelmässigkeit der früheren Uferlinie beseitigt sein wird. Der Strombauverwaltung harrt hier nach Beendigung dieser Arbeiten nur noch die Aufgabe, zu erwägen, in welchem Maasse die grossen Tiefen, die vor dem Düsseldorfer Werft liegen, sich werden verringern und damit die Kiesbank am linken Ufer, die gegenwärtig durch den grossen Bedarf an Schüttungsmaterial für die Aufhöhung der Golzheimer Insel ziemlich weitgehend beseitigt wird, vor Neubildungen sich wird bewahren lassen. Da die Begradigung des rechtsseitigen Ufers diese unvermeidlichen Maassnahmen bereits wesentlich fördert,

so hat die Strombauverwaltung zum Bau der Kaimauer am rechten Ufer einen Beitrag von 101000 Mark beigesteuert, während die der Stadt erwachsenden Kosten auf etwa 3 Millionen Mark berechnet sind. Der Brückenbau und die Kaimauer haben auch am linken Ufer eine Erweiterung des Strombettes erfordert, so dass die früheren Strombauwerke hier zum Theil nicht mehr vorhanden sind. Aus diesen Arbeiten sind indessen der Strombauverwaltung keine besonderen Kosten erwachsen, da sie dem Strome am linken Ufer nur die Flächen zurückgaben, die am rechten Ufer verloren gingen.

Aus diesen kurzen Andeutungen erhellt, wie wesentliche Umgestaltungen durch Ausbildung der dem Verkehr und der Industrie dienenden Anlagen ohne wesentliche Betheiligung des Staates sich hier vollzogen haben. Es wird abzuwarten sein, inwieweit die hohen Hoffnungen auf Besserung der Fahrstrasse und der Vorfluth des Rheins thatsächlich gerechtfertigt waren.

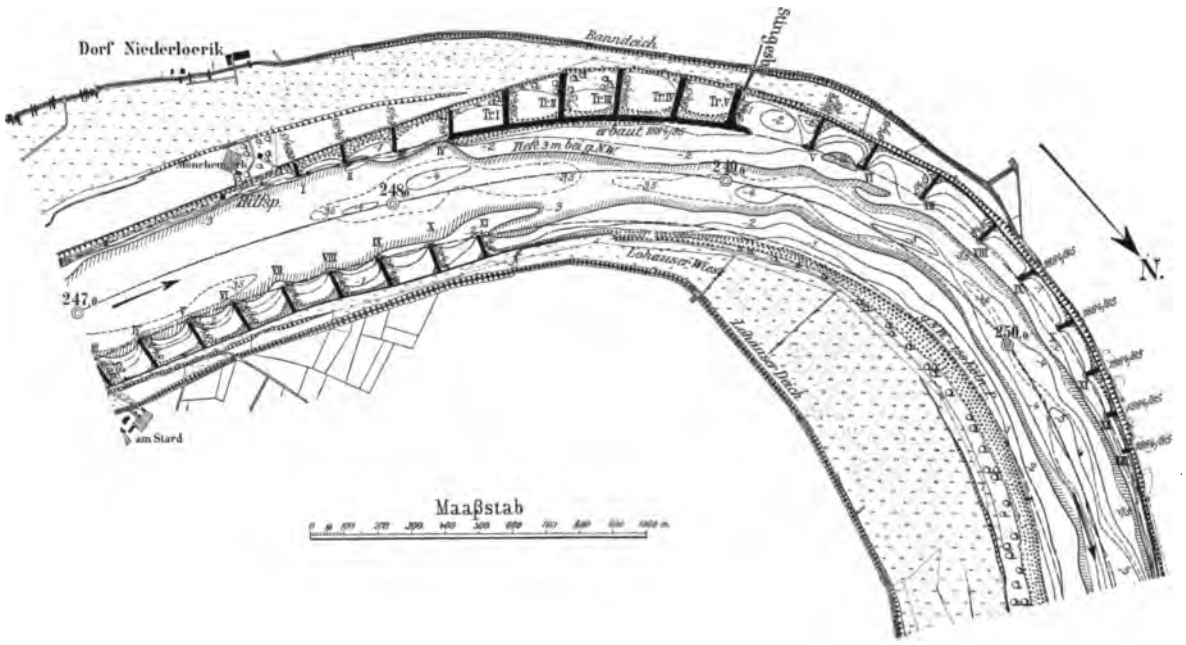


Abb. 165. Stromstrecke bei Mönchenwerth unterhalb Düsseldorf im Jahre 1896.

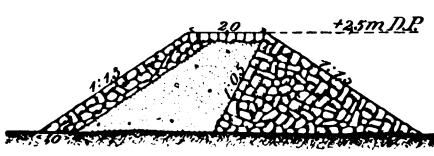
2. Die unmittelbar unterhalb Düsseldorf gelegene **Stromstrecke bei Mönchenwerth**, die von der Schnellenburg am rechten Ufer bis zur Mündung des Mühlbaches von Kloster Meer am linken Ufer sich ausdehnt, zeigte einerseits die auch sonst vielfach beobachtete Unregelmässigkeit, dass der abbrechenden Ufer wegen der Strom auf seinem Uebergange vor Mönchenwerth zu breit war (über 400 m), ohne dass es grade an Fahrtiefe gemangelt hätte. Andererseits aber lagen in der Concaven unterhalb Mönchenwerth eine Reihe von Felsbänken, die bei Niedrigwasser aus dem Wasser hervorragten. Sie waren die Ursache, dass sich das Fahrwasser hier nicht in der Concaven, sondern ziemlich hart am rechten convexen Ufer hinzog. Vom linken Ufer reichte am oberen Ende des concaven Ufers eine Kiesbank weit in den Strom hinein.

Die Ufer waren nur in gewissem Umfange, nicht überall gedeckt. So lag vor Mönchenwerth selbst ein von privater Seite hergestelltes, rund 360 m langes Deckwerk. Vom Stingesbach bis zum Mühlbach vom Kloster Meer war das linke Ufer durch ein schwaches Steindeck-

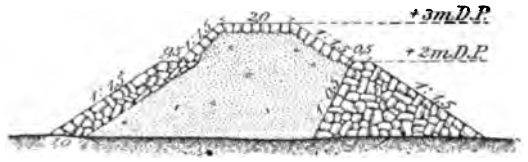
werk und fünf Buhnenköpfe von 1847 bis 1840 befestigt. Von der Schnellenburg ab wurde auf 1055 m Länge stromabwärts das rechte Ufer im Jahre 1853 und 1854 durch ein Steindeckwerk gesichert (17399 Mark). Weitere Entwürfe, die in den Jahren 1856 und 1862 aufgestellt wurden und auf besseren Ausbau des linken Ufers hinausliefen, kamen nicht zur Ausführung, da es an den erforderlichen Geldmitteln fehlte. Nur umfassende Maassnahmen konnten hier etwas helfen.

Als im Jahre 1880 grössere Mittel zur Verfügung standen, wurden daher die Erwägungen, wie den Uebelständen am besten abzuhelfen sein werde, wieder aufgenommen. Nach mehrfachen Entwürfen entschied man sich dafür, eine Fahrrinne von 150 m Breite und normaler Sohlenlage (— 1,64 m Düsseldorfer Pegel) durch Baggerungen in einem Abstande von 100 m von der linken Correctionslinie herzustellen, das ganze linksseitige Ufer und das rechtsseitige Ufer bis zum Beginn des convexen Ufers durch Strombauwerke bis zur Correctionslinie vorzuschieben und die hinderlichen Felsen zu beseitigen (Abb. 165). Zu dem Zwecke sind in den Jahren 1884 und 1885 im ganzen 189062 cbm Kies im Strombett gebaggert und zu Strombauwerken verwendet. Am linken Ufer wurden 13 Buhnen und ein mittels fünf Traversen an das Ufer angeschlossenes

Querschnitt des Parallelwerkes.



Buhne am rechten Ufer.



Buhne am linken Ufer.

Abb. 166. Querschnitte der Regulirungswerke bei Mönchenwerth, im Jahre 1884 und 1885 erbaut.

Parallelwerk von rund 900 m Länge (vergl. Abb. 166), am rechten Ufer elf Buhnen erbaut. An Felsen wurden 1273 cbm mittels Taucherschachtes gesprengt und über Wasser gefördert. Zur Befestigung der Bauwerke waren 20770 cbm Steine erforderlich. Die Buhnen am rechten Ufer wurden mit ihren Köpfen auf + 2,50 m Düsseldorfer Pegel gelegt, die Bauwerke am linken Ufer auf + 3 m am Pegel. Die Gesammtkosten der Ausführung betrugen 325640,19 Mark.

Im grossen und ganzen hat sich die Fahrrinne bis jetzt offen erhalten, wenn auch der Wunsch besteht, die Hindernisse, die sich am linken Ufer entlang in 100 m Breite bieten, noch mehr als bisher zu beseitigen. Vereinzelte Baggerungen sind bereits durch Privatunternehmer zur Kiesgewinnng ausgeführt worden, die vorhandenen Felsriffe waren indess bisher hinderlich, auf diesem Wege vollständig zum Ziele zu gelangen. Der Rheinschiffer kennt zwar die Riffe. Sollten der Felsenstampfer oder die Taucherschächte aber künftig nicht mehr so dringend wie bisher in der Felsenstrecke bei Bingen gebraucht werden, so bietet sich vielleicht doch Gelegenheit, auch hier mit den Felsen aufzuräumen, die der allgemeinen Schiffahrt um so gefährlicher sind, weil sie Niemand mitten im flachen Lande vermuthet.

3. Die demnächst folgende Strecke bei Kaiserswerth bot der Regulirung zweierlei Schwierigkeiten, den Leuchtenberger Ort und den Wittlaer Grund. Was den **Leuchtenberger Ort**

anlangt, so trat derselbe als hochliegender Schaarort weit in den Strom vor. Hinter demselben hatte sich bereits eine tiefere Thalsenkung gebildet, so dass die Gefahr einer Inselbildung bei geeigneter Gelegenheit drohte. Um dem vorzubeugen, wurden in den Jahren 1853 bis 1856 am rechten Ufer zwölf Schlickfänge und vier Buhnen bis zu einer über den Leuchtenberger Ort führenden

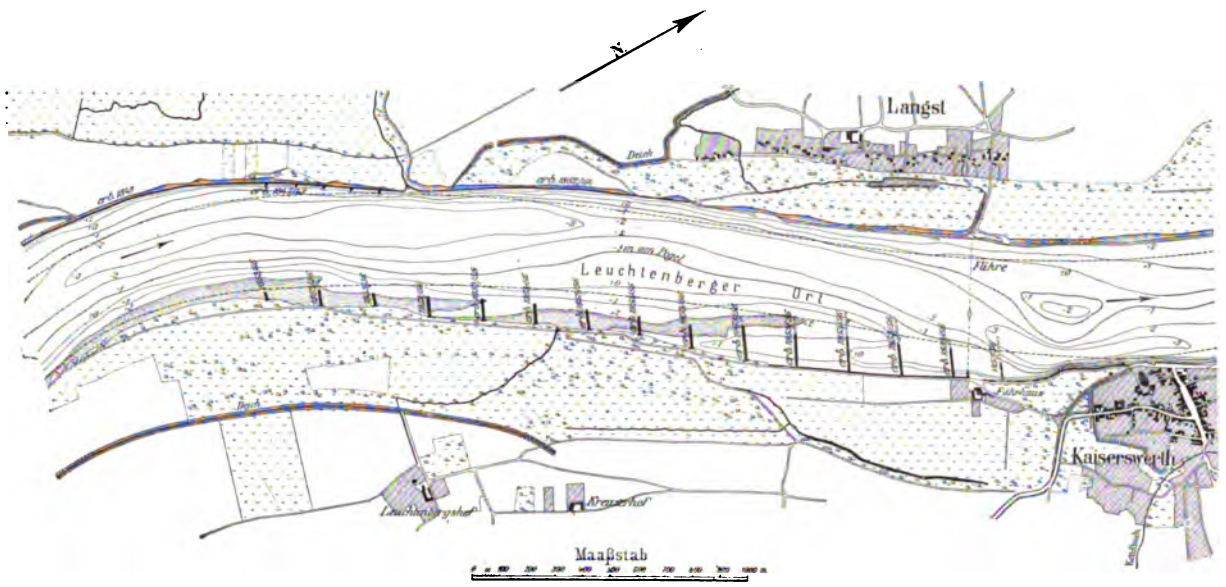


Abb. 167. Stand der Regulirung am Leuchtenberger Ort bei Kaiserswerth im Jahre 1874.

Streichlinie erbaut (vergl. Abb. 167). Der Unterschied beim Bau der Werke bestand im wesentlichen nur darin, dass die Schlickfänge $4\frac{1}{2}$ Fuss (1,40 m) und die Buhnen $6\frac{1}{2}$ Fuss (2 m) Kronenbreite hatten. Die Köpfe lagen auf 7 bis 8 Fuss (2,20 m bis 2,50 m) am Pegel. Vor den unteren sechs

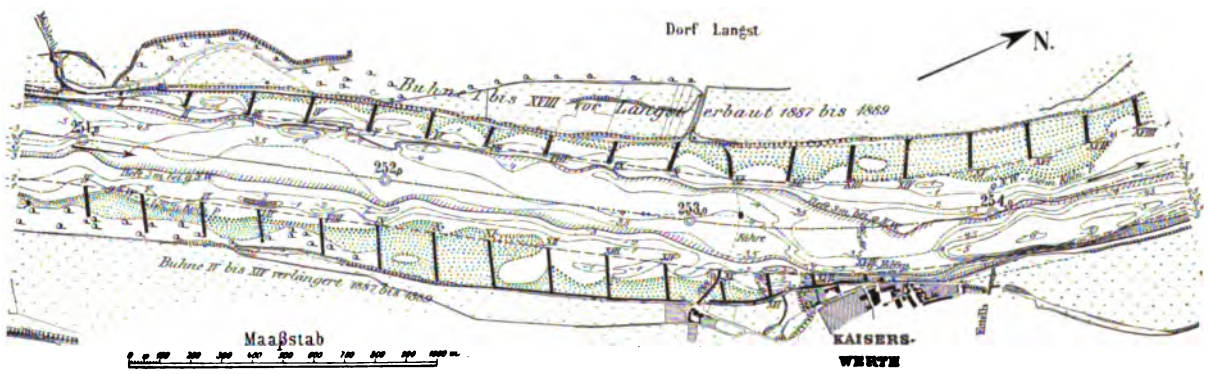


Abb. 168. Der Rhein bei Kaiserswerth im Jahre 1896.

Buhnen wurden Grundschwellen vorgelegt (45603 Mark). War durch diese Werke die Strombreite auch auf rund 450 m beschränkt worden, so reichte dieses Maass und die niedrige Höhe der Werke nicht hin, der fortschreitenden Versandung der Strecke vorzubeugen. Im Jahre 1887 waren die Fahrtiefen so weit zurückgegangen, insbesondere der Uebergang aus dem linksseitigen Fahrweg in die vor Kaiserswerth beginnende rechtsseitige Concave so sehr verflacht, dass eine

durchgreifende Ausbaggerung der Fahrrinne vorgenommen werden musste. Bis zum Jahre 1889 hin wurden zur Herstellung einer 150 m breiten Fahrrinne bis zur Tiefe von — 1,80 m Düsseldorfer Pegel 214171 cbm Kies gebaggert und theils zur Herstellung der Buhnen und Fährköpfe (108000 cbm), theils zu Ufervorschüttungen verwendet. Die Strombreite wurde durch 18 Buhnen am linken und durch 14 Buhnen am rechten Ufer auf 300 m Breite eingeschränkt. Die Buhne XI

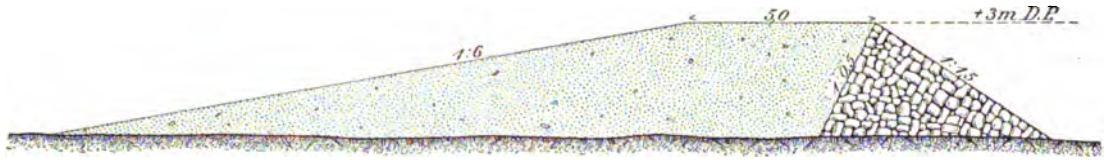


Abb. 169. Querschnitt der im Jahre 1889 erbauten Buhnen bei Kaiserswerth.

am linken und die Buhne XII am rechten Ufer wurden als Fährrampen ausgebaut. Die Köpfe der Buhnen lagen auf + 3 m am Düsseldorfer Pegel. Soviel wie möglich wurden die alten Buhnen am rechten Ufer dabei benutzt. Es waren 28737 cbm Steine anzuliefern. Die gesammten Baukosten betrugen 303934,14 Mark (vergl. Abb. 168).

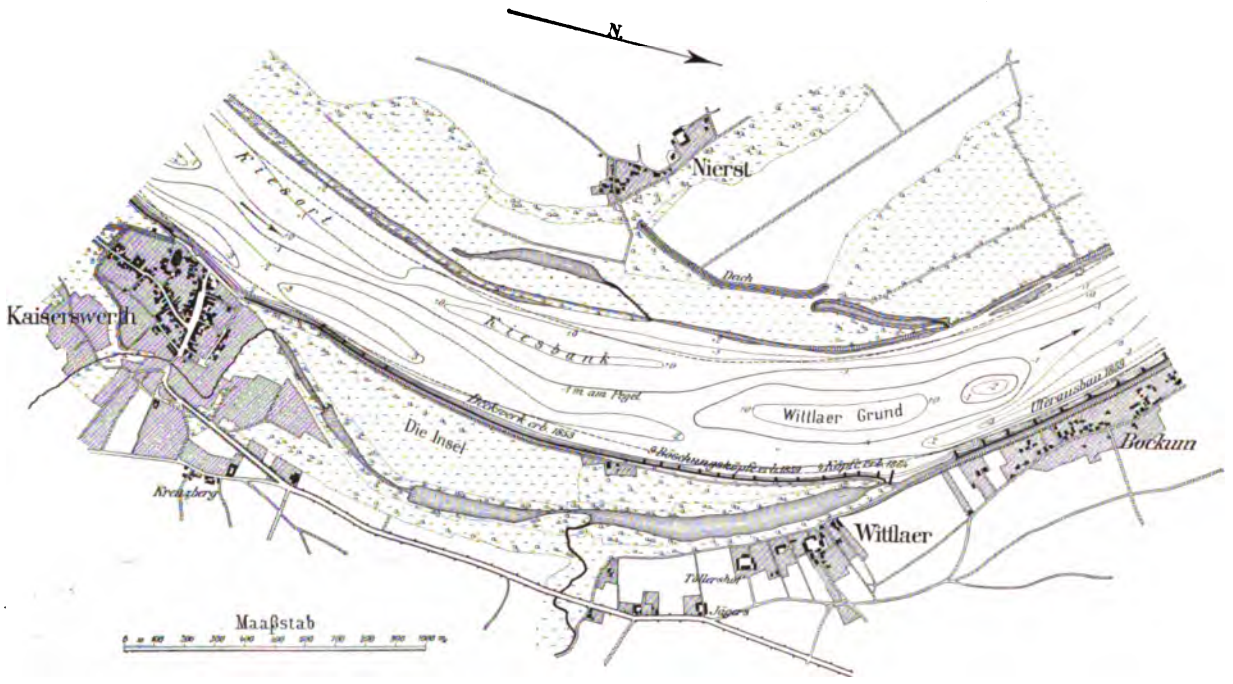


Abb. 170. Der Rhein bei Wittlaer im Jahre 1874.

4. Unmittelbar vor Ausführung dieser Arbeiten in den Jahren 1884 und 1885 war die stromabwärts liegende **Strecke bei Wittlaer** regulirt worden. Der Wittlaer Grund, der mitten im Strome lag, spaltete den Rhein in zwei Arme, das Strombett war über 450 m breit. Das rechtsseitige Ufer am Wittlaer Werth, einer alten schon vor mehr als 100 Jahren an das rechte Ufer angeschlossenen Rheininsel, war wiederholt gedeckt worden, besonders nach dem grossen Hochwasser von 1845, dann 1847 und 1848. Im Jahre 1853 war ein Steindeckwerk

an demselben in 904 m Länge angelegt (27244 Mark), 1859 war das Deckwerk ausgebessert und mit neun Böschungsköpfen verstärkt, und 1864 waren abermals vier Böschungsköpfe angelegt worden. Damit war das rechte concave Ufer ziemlich festgelegt (vergl. Abb. 170). Zur Regulirung war eine Vorschiebung des linken Ufers nöthig und zu so durchgreifenden Maassnahmen fehlte es an den nöthigen Mitteln.

Im Jahre 1880 wurde die Beseitigung des Wittlaer Grundes dagegen sofort in Aussicht genommen. Nach eingehenden Erwägungen wurde beschlossen, die am rechten Ufer sich entlang ziehende schmale Thalrinne bis auf 150 m Breite in normaler Tiefe auszubaggern und die Strombreite durch elf Buhnen am linken Ufer auf 300 m einzuschränken. Vor den Buhnen I bis IV und VI bis XI wurden Grundschwellen bis auf den Wittlaer Grund oder bis an die Kiesfelder vorgeschoben, oberhalb Buhne I wurde eine zwölfte Grundschwelle angelegt, die unmittelbar an das Ufer anschloss. Aus Steinen geschüttet lagen sie sonst vor den Köpfen der Buhnen auf + 0 m bezw. + 0,50 m am Pegel und schlossen sich in flacher Neigung dem Flussbette an. Die Köpfe der Buhnen lagen auf + 2 m am Pegel, die Wurzeln derselben auf + 2,50 m am

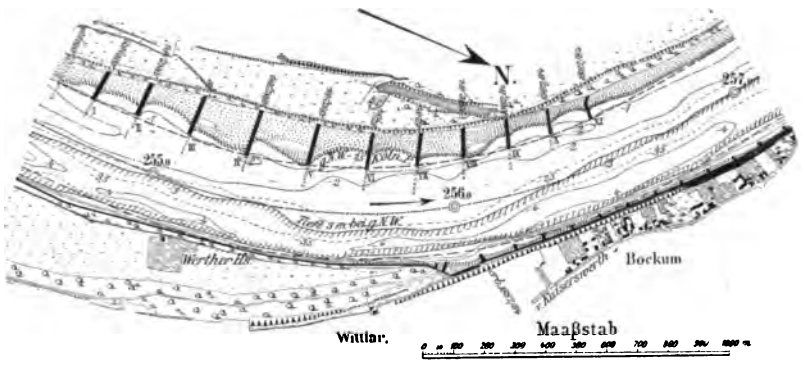


Abb. 171. Der Rhein bei Wittlar im Jahre 1896.

Pegel. Am linken Ufer wurde ein 35 m breiter Uferstreifen angeschüttet, da von den im ganzen gebaggerten 145459 cbm Kies nur 27924 cbm zu den Bauwerken erforderlich waren. Das rechte Ufer wurde vor Wittlaer durch sieben kurze Buhnen bis zu + 3 m am Pegel ausgebaut. Die gesammten Kosten der Ausführung beliefen sich auf 181708,18 Mark.

Die Wirkung, welche diese Arbeiten ausgeübt haben, lässt sich dahin zusammenfassen, dass die am linken Ufer angelegten Grundschwellen eine gute Verlandung erzielt haben. Der linke Stromarm ist nicht mehr vorhanden, der Strom hat vielmehr ein einheitliches Profil angenommen (vergl. Abb. 171). Aber der Wittlaer Grund ist auch nicht wesentlich abgetrieben, die hergestellte Fahrrinne hat an Breite wieder eingebüsst, so dass zu weiteren Baggerungen zu Kiesgewinnungszwecken sich hier eine geeignete Gelegenheit bot. Solche sind in den letzten Jahren sowohl hier wie etwas weiter unterhalb, wo ebenfalls nur ein schmales Fahrwasser vorhanden war, ausgeführt worden und zum Theil noch in der Ausführung begriffen.

5. Die **Stromstrecke von Wittlaer bis Uerdingen** ist schwach gekrümmt und bietet in ihrem oberen grösseren Theile keine wesentlichen Schwierigkeiten. Das Fahrwasser liegt normal am rechten Ufer, und auch die Fahrtiefe würde ausreichend vorhanden sein, wenn nicht der über das weite linke Vorland von Langst und Nierst gehende Hochwasserstrom zur Versandung der linken Ufer Anlass geben würde. Das rechte Ufer hat des nahe liegenden Deiches wegen,

der vom Fiscus angelegt und unterhalten wurde, wiederholt gedeckt werden müssen, so im Jahre 1852 von Bockum bis Rheinheim in 1029 m Länge (36335 Mark), im Jahre 1855 vor den Rheinheimer Höfen (5977 Mark) und unterhalb der Rheinheimer Höfe vor dem Mündelheimer Staatsdeich auf 565 m Länge (9295 Mark). Auch aus etatsmässigen Fonds sind hier noch verschiedene Uferdeckungen in den Jahren 1862 und 1877 vorgenommen, so dass es seit 1880 am rechten Ufer besonderer Bauten nicht bedurfte.

Der Ausbau des linken Ufers oberhalb Uerdingen bis zum Werthschen Hofe hinauf, besonders der Anschluss des bei Uerdingen im Strombett liegenden Mittelfeldes, des „Wilhelms-

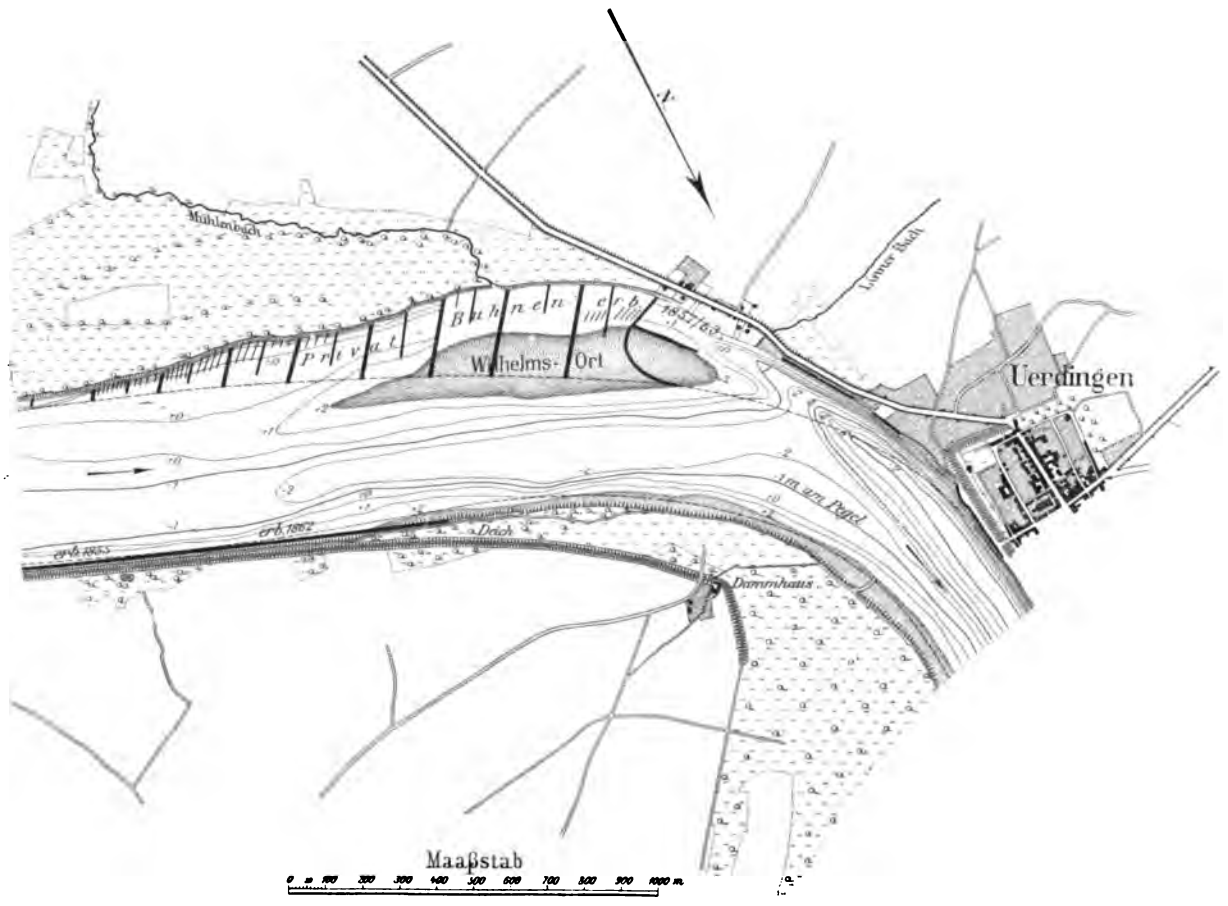


Abb. 172. Der Rhein am Wilhelmsort oberhalb Uerdingen im Jahre 1874.

ort", ist auf Grund eines im Jahre 1857 von dem Wasserbauinspector aufgestellten und ministeriell genehmigten Vertrages durch die Anlieger Gerpott und Genossen bis zum Jahre 1863 auf eigene Kosten, aber unter staatlicher Aufsicht ausgeführt worden (vergl. Abb. 172). Die starken Verlandungen, die sich schon bald nach Beginn der Arbeiten bildeten, fielen den Anliegern unmittelbar zu, ebenso das im Strome liegende Mittelfeld. Fortgesetzte eifrige Pflanzarbeiten schufen hier bald ein hochliegendes Vorland, so dass der Wilhelmsort schon längst in ausgedehntem Maasse in fruchtbare Wiesen umgewandelt worden ist. Der Strombauverwaltung sind durch diese Arbeiten keine Kosten erwachsen, da auch die Fahrrinne sich in genügender Form ausgestaltet hat.

6. Auch der **Ausbau des Ufers vor Uerdingen** selbst hat sich schliesslich ohne directe Betheiligung der Strombauverwaltung vollzogen. Vor dem Jahre 1850 hat die Vertheidigung des Ufers von Uerdingen bis Bodberg hin allerdings erhebliche Kosten verursacht (im Jahre 1845 allein 54000 Mark, 1846 bis 1848 sogar 71100 Mark, 1847 ausserdem für Böschungsköpfe 3150 Mark, 1849 und 1850 wieder 12300 Mark). Nach 1850 waren indess nur unbedeutende Arbeiten erforderlich, die aus etatsmässigen Fonds bestritten wurden. Der Ausbau des Hochufers vor Uerdingen, so wie er heute besteht, gelangte im Jahre 1886 durch die Stadt Uerdingen bei Herstellung einer städtischen Werft und durch die Eisenbahnverwaltung bei Erbau eines Bahnhofes zur Ausführung. Der Querschnitt der massiven Ufermauer, die in 2 km Länge das concave Rheinufer begrenzt, ist nachstehend dargestellt (Abb. 173). Der Strombauverwaltung ist nur die Unterhaltung des Ufers bis Mittelwasserhöhe verblieben. Besondere Neubaukosten sind nicht erwachsen, zumal am Ufer keine grossen Tiefen vorhanden sind, das Strombett vielmehr mit vielen grossen Steinen durchsetzt ist.

7. Ein Gegenstand steter Aufmerksamkeit war dagegen die unmittelbar unterhalb Uerdingen gelegene **Bodberger Insel.** „Schon seit länger als 25 Jahren hat es in der Absicht

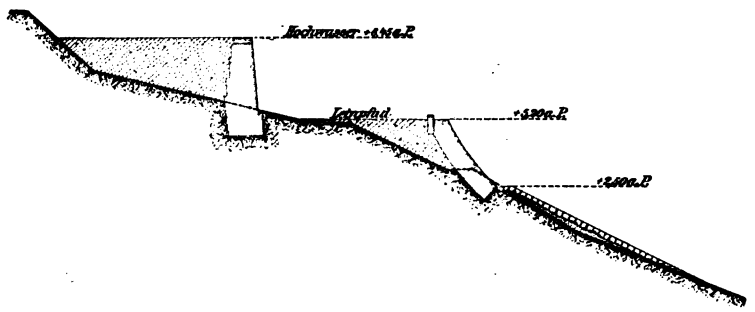


Abb. 173. Querschnitt der Ufermauer vor Uerdingen vom Jahre 1886.

der Königlichen Verwaltung gelegen", äusserte der Strombaudirector Nobiling unterm 26. Mai 1869, „die auf den gleichmässigen Aufbruch des Eises so sehr nachtheilig einwirkende Stromspaltung an der Bodberger Insel durch die Verbindung der letzteren mit dem linken Ufer in Leinpfadhöhe aufzuheben, doch wurde dieses Bauproject wegen seiner grossen Ausdehnung und Kostspieligkeit immer wieder zurückgelegt. Als jedoch das rechtsseitige Ufer, der Bodberger Insel gegenüber, nach und nach so weit abgebrochen und zurückgewichen war, dass nach erfolgter Absperrung des linksseitigen Stromarmes das künftige linksseitige Ufer an der Insel, von dem festen Ufer bei Bodberg bis zu dem ebenfalls befestigten Leinpfadufer vor den zum Werthschen Hofe gehörigen Grundstücken, in einer fast ganz graden Linie sofort hätte fixirt werden können, wurde im Jahre 1865 mit der Verbauung des rechtsseitigen Ufers vor dem Mündelheimer Drap (15824 Mark) die Einleitung zur Aufhebung der hier in Rede stehenden schädlichen Stromspaltung getroffen." — „Weil aber die Bergfahrt für die von Pferden gezogenen Schiffe durch diesen Arm nicht eher gestört werden durfte, als bis ein über die Insel führender Leinpfad vom Werthschen Hofe nach Bodberg hergestellt sein würde, sind die zur Aufhebung der Stromspaltung nöthigen baulichen Anlagen in drei Bauperioden getheilt worden, von denen die erste Periode den Ausbau auf der Insel und die möglichst weite Vortreibung der Leinpfadsdämme in den beiden Mündungen des in der zweiten Periode völlig zu coupirenden Armes, sowie die Anlage von Schutzbuhnen von etwa 10 Ruthen Länge und weniger vor dem

Leinpfad umfassen, in der zweiten Bauperiode aber der linksseitige Stromarm in Leinpfadshöhe abgesperrt werden sollte, bei gleichzeitiger Sicherstellung der unteren Coupirung gegen Unterwaschungen durch einige Schutzbuhnen, so dass der dritten Bauperiode bloss noch die Ausbildung des ungetheilten Strombettes vorbehalten blieb."

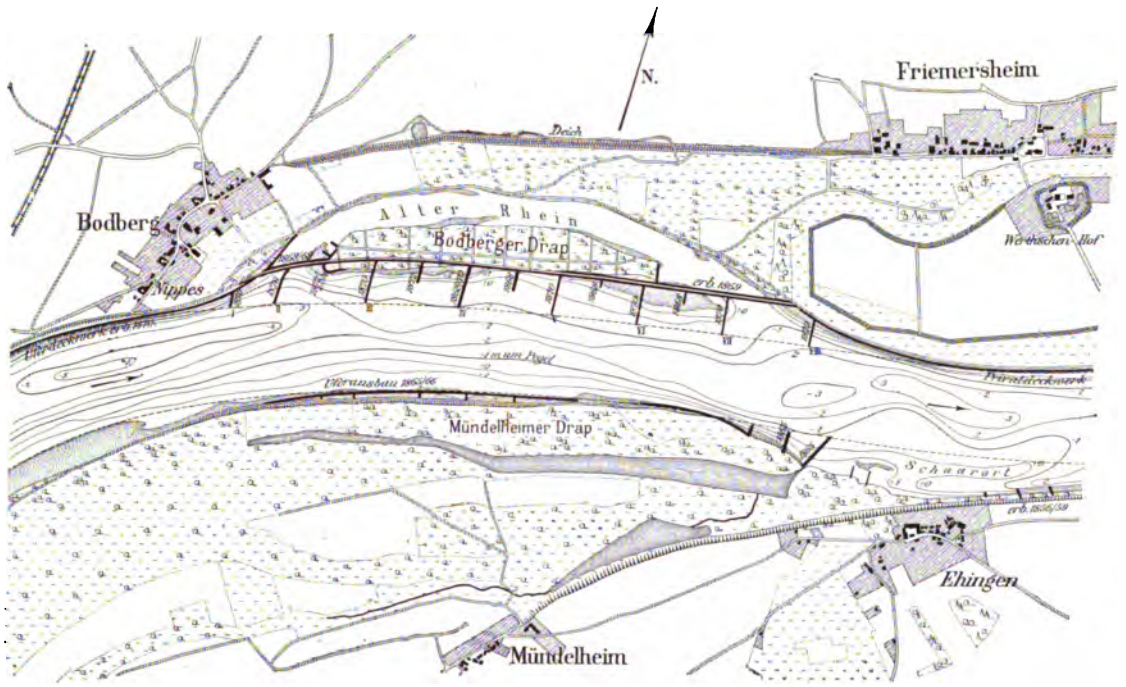


Abb. 174. Stand der Regulirung an der Bodberger Insel im Jahre 1874.

Diese Disposition wurde thatsächlich eingehalten. In den Jahren 1867 und 1868 wurde der Leinpfad auf der Insel ausgebaut und am oberen Ende auf 30° (113 m), am unteren Ende auf 80° (301 m) in die Mündungen des linken Armes vorgeschoben, stromseitig aber durch

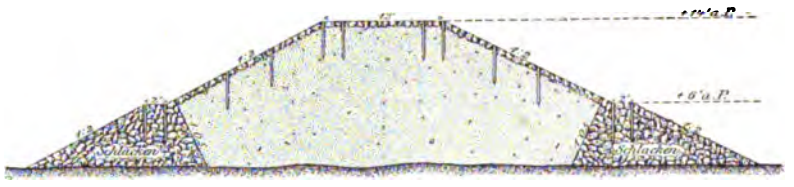


Abb. 175. Querschnitt der 1869 erbauten Coupirungen oberhalb und unterhalb der Bodberger Insel.

elf kurze Buhnenköpfe gesichert (32692 Mark), von 1869 bis 1870 wurden die beiden Mündungen in Höhe von + 14' (+ 4,40 m) am Pegel am oberen und von + 16' (+ 5 m) am Pegel am unteren Ende der Insel coupirt und der untere Damm mit zwei weiteren Buhnenköpfen ausgestattet (39810 Mark). Erwähnt mag dabei die historische Notiz werden, die Evérsmann mittheilt, dass die preussische Verwaltung schon im Jahre 1781 die „Enclavirung" der Bodberger Insel

vorhatte. Der Kostenanschlag schloss ab mit 14544 Thalern. Chur-Cöln als Besitzerin des Bodberger Ufers gab aber die Ausführung dieser Arbeiten, besonders den Anschluss an das Bodberger Ufer nicht zu, so dass die Sache damals unterblieb. In den Jahren 1871 und 1872 erfolgte der Ausbau des linken Stromufers an der Bodberger Insel entlang mittels acht Buhnen, die den Strom für Mittelwasser auf normale Breite bis zu 80 Ruthen (301 m) einschränkten (45016 Mark). An Stelle von Steinen wurden bei diesen Bauten Eisenschlacken unter Ausfüllung der Zwischenräume mit Schlackenmehl verwendet, welche Stoffe von den nahen Duisburger Hüttenwerken zur Verfügung gestellt wurden (vergl. Abb. 174).

Ueber den Erfolg der Arbeiten spricht sich der Geheime Ober-Baurath Grund in seinem Reisebericht vom 24. September 1872 aus wie folgt: „Der grosse Correctionsbau an der Bodberger Insel mit seinen grossen als Leinpfad ausgebildeten Coupirungen und den vielen Strombeschränkungswerken ist bis auf Kleinigkeiten vollendet und hat nicht nur auf die Regulirung

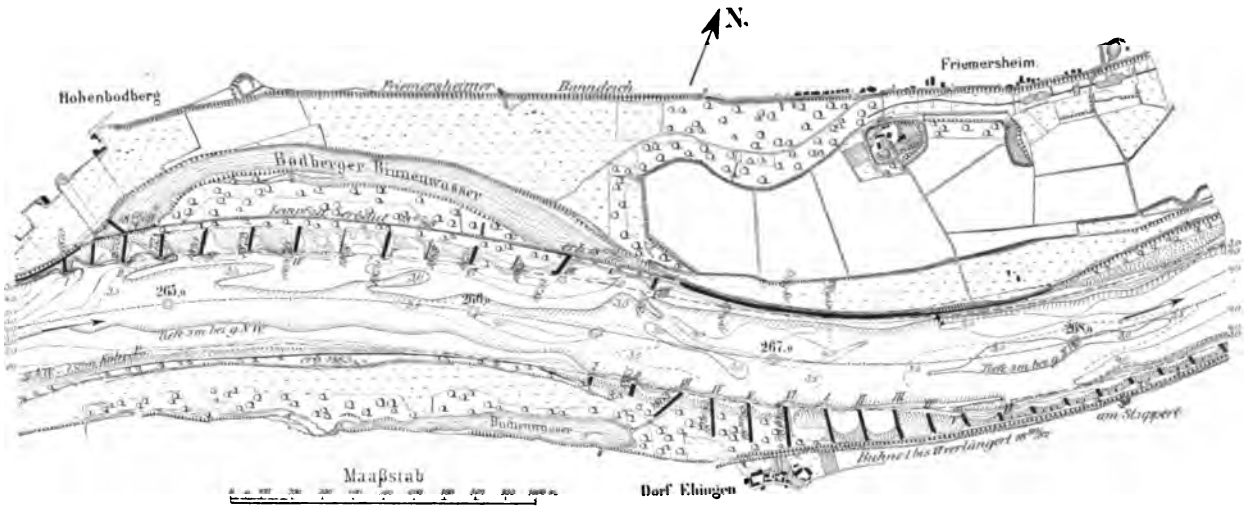


Abb. 176. Der Rhein zwischen Hohenbodberg und Ehingen im Jahre 1896.

und Vertiefung des neuen Fahrwassers höchst günstig gewirkt, sondern kann auch als ein Muster von Bauausführung bezeichnet werden. Ganz vorzüglich haben sich hier die Schlackenschüttungen und die Bedeckungen mit Schlackenmehl bewährt. Es sind hierdurch förmliche Betonumhüllungen der Dämme und Buhnen gebildet, die eine zusammenhängende steinharte Masse zeigen und nur wenige Unterhaltung erfordern."

8. Die **Bucht vor Ehingen** stammt schon aus sehr alter Zeit. Im Jahre 1724 lag das rechte Rheinufer dicht vor Mündelheim und verlief von hier bis Angerort in fast grader Richtung. Die Arbeiten, die 1781 zwischen Mündelheim und Angerort nach Wiebekings Mittheilungen (Abb. 177) begonnen waren, hatten zur Verlandung des rechten Ufers und zum Anschluss des Mündelheimer Draps an das rechte Ufer geführt. Da nun am Werthschen Hofe das Ufer vertheidigt und vom Grafen von Spee gehalten wurde, so nahm der Strom eine scharfe S-förmige Gestalt an, wobei das Bodberger Ufer und das Wanheimer Ufer stark in Abbruch geriethen. Die beiden Inseln, der Bodberger Drap und der Mündelheimer Drap, liefen stromabwärts in lang hingezogene Schaarorte aus, zwischen denen für das Fahrwasser nur ein enger und stark gewundener Thalweg übrig blieb. Für die Schleppschiffahrt war diese Durchfahrt äusserst beschwerlich. Als die Bodberger Insel ans Ufer angeschlossen war, richtete sich die

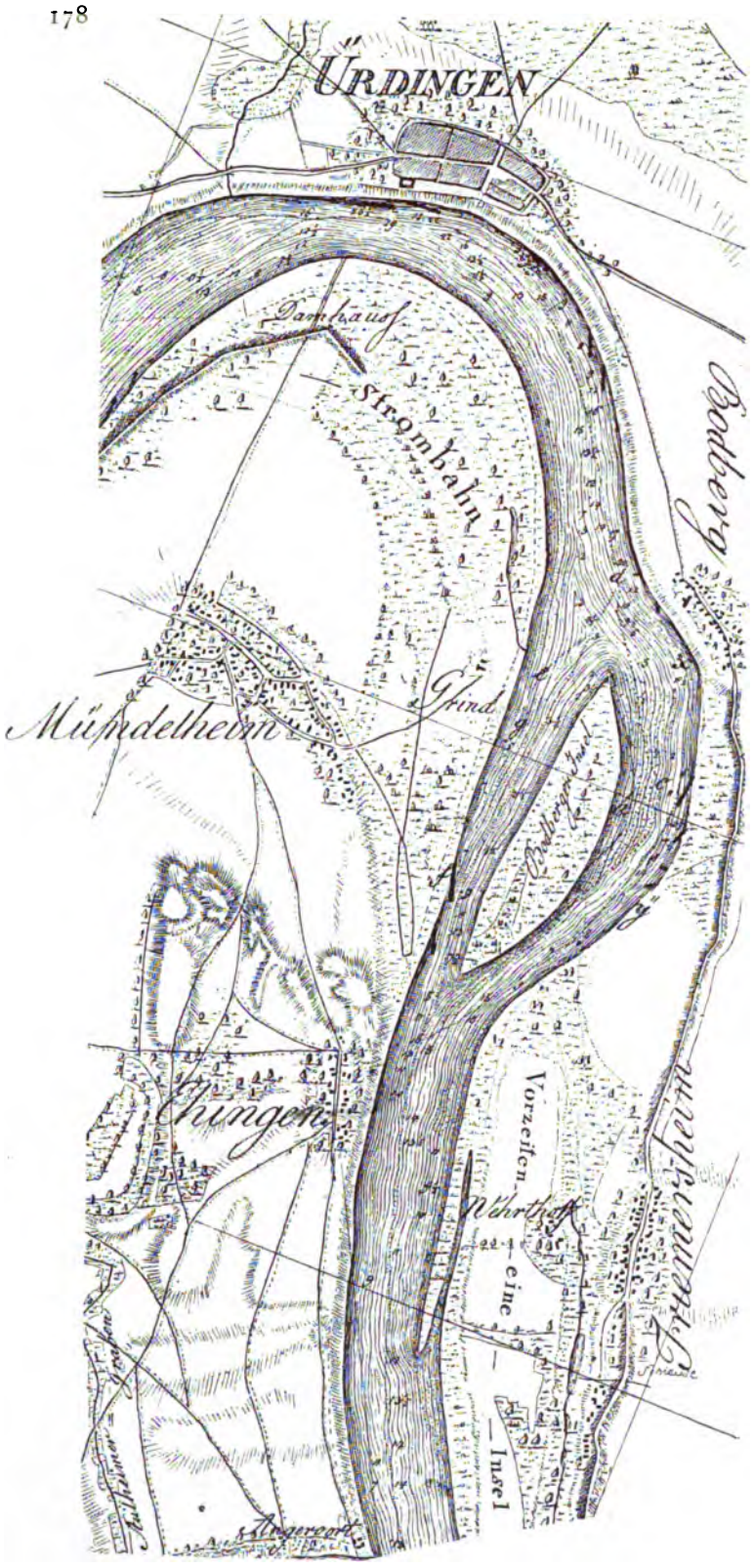


Abb. 177. Der Rhein von Uerdingen bis Angerort im Jahre 1798 (nach Wiebeking).

Aufmerksamkeit sofort auf die Behebung dieser Schwierigkeiten, aber mangels ausreichender Fonds kam man über das Projectiren nicht hinaus.

Im Jahre 1880 wurde die Frage sofort wieder aufgenommen, und bis 1882 hin ist hier eine Fahrrinne bis zur normalen Tiefe von 1,64 m Düsseldorfer Pegel hergestellt. Gebaggert wurden im ganzen 47463 cbm. Die Bucht vor Ehingen wurde durch drei neue Buhnen (Nr. IV bis VI) (vergl. Abb. 178) und durch Verlängerung der sechs obersten Buhnen unterhalb Ehingen ausgebaut; eine tiefe Rinne am linken Ufer wurde durch drei Grundschwellen in Höhe von — 2,50 m Düsseldorfer Pegel geschlossen (vergl. Abb. 176). Die Gesammtkosten betrugen 142613,37 Mark.

Der Erfolg dieser Arbeiten ist ein vollständiger, da die Fahrrinne sich immer mehr erweitert hat und jetzt fast in ganzer Breite die normale Fahrtiefe vorhanden ist. Die rechtsseitigen Buhnen sind in rascher Verlandung begriffen.

9. Das rechte **Ufer von Ehingen bis Wanheim** verläuft zwar nur in schwach concaver Krümmung (bis Angerort r = 3250 m, unterhalb Angerort r = 6400 m), lag aber um die Mitte des vorigen Jahrhunderts so stark in Abbruch, dass es in den Jahren 1856 bis 1859 in ganzer Länge gedeckt werden musste. Dem Ufer wurden 20 Stück kurze Buhnenköpfe aus massiver Eisenschlackenschüttung vorgelegt, deren Abstand rund 150 m betrug (44298 Mark). Am oberen Ende wurden diese Buhnen beim Ausbau der Bucht vor Ehingen, wie oben hervorgehoben ist, verlängert (Abb. 176 und 179).

10. **Vor Wanheim** selbst ist das Ufer zuerst in der Zeit von 1764 bis 1781 vom Wasserbaufiscus verbaut und in den Jahren 1821 bis 1826 mit Uferdeckwerken, Buhnenköpfen und Weidenpflanzungen befestigt. Im Jahre 1853 wurde das Ufer von neuem gedeckt oberhalb der Buhne VII und unterhalb der Buhne XI (13206 Mark) und im Jahre 1856 von Buhne VII bis unterhalb Buhne XI (10871 Mark).

11. Die Umgestaltungen, welche die Rheinische Bahngesellschaft beim Bau der Eisenbahn von Osterrath nach Essen **unterhalb Wanheim** ausgeführt hat, begannen im Jahre 1866 mit der Einrichtung eines Rheintrajectes, für welches beiderseits tiefe Einschnitte in die Ufer erforderlich waren. Der rechtsseitige Einschnitt besteht heute noch, der linksseitige ist später zugeschüttet. Unmittelbar darauf folgte der Bau des Eisenbahnhafens am rechten Ufer, der durch ein 800 m langes Parallelwerk stromseitig begrenzt wurde, und die Herstellung von sechs Buhnen oberhalb des Hafens vor Eichelkamp (vergl. Abb. 179).

Diese Arbeiten, die auf Kosten der Eisenbahn erfolgten, waren 1867 beendet. Von 1872 bis 1873 erfolgte dann der Neubau der Eisenbahnbrücke bei Rheinhausen, dicht unterhalb des Trajectes, wobei die Bahn eine Regulirung des Homberger Ufers vornehmen sollte. Da die Pfeiler dieser Brücke während der Ausführung mit ausserordentlichen Steinschüttungen

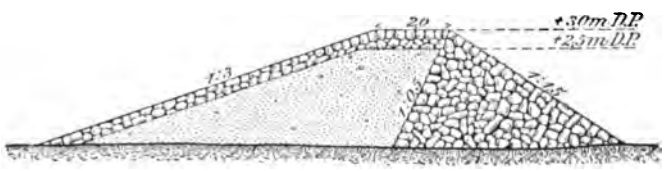


Abb. 178. Querschnitt der im Jahre 1882 erbauten Buhnen Nr. IV bis VI vor Ehingen.

gegen Unterspülung derartig gesichert wurden, dass rund 3000 cbm Steine nachher wieder fortgebaggert werden sollten, so traten in der früher sehr regelmässigen Stromstrecke sowohl oberhalb wie unterhalb der Brücke allmählich eine Reihe von Unregelmässigkeiten hervor, die der Schiffahrt Schwierigkeiten boten. Es kam hinzu, dass der Strom bei Mittelwasser die übergrosse Breite von rund 450 m besass. Bei hohem Wasser wirkte die Brücke, bei mittlerem Wasser die grosse Strombreite auf Versandung hin. Es blieb nur übrig, die Fahrrinne von neuem durch Baggerung herzustellen und zur Erhaltung dieser Rinne das linksseitige Ufer bis zur Correctionslinie vorzuschieben, so dass die Strombreite auf 300 m beschränkt wurde. Dies ist in gewissem Umfange von 1881 bis 1884 geschehen. Im Jahre 1881 wurden die Buhnen Nr. XX bis XXVI unterhalb und Nr. XVIII und XIX oberhalb der Brücke am linken Ufer erbaut und 50000 cbm Kies unterhalb der Rheinbrücke aus dem Fahrwasser beseitigt, im Jahre 1882 wurden die Buhnen Nr. I bis XVII am linken Ufer begonnen und die Baggerarbeiten oberhalb der Brücke fortgesetzt. Im wesentlichen waren die Arbeiten schon 1883 beendet. Dabei sind 324210 cbm Kies gebaggert, die theils in die Bauwerke verbaut, theils zur Ausfüllung der Intervalle am linken Ufer verwendet, theils der Eisenbahn überlassen wurden. An Steinen wurden 39401 cbm geliefert. Die Gesammtkosten betrugen 474217,51 Mark (vergl. Abb. 180).

Bei diesen Arbeiten hatte sich indess die Thatsache herausgestellt, dass die Sohle am rechten Ufer aus einem theilweise recht festen Letteboden bestand, welcher dem Strome voll zu widerstehen vermochte. Hierin hatte der Grund bestanden, warum trotz der starken Krümmung und des verhältnissmässig geringen Hochwasserquerschnitts sich hier nicht die grossen Tiefen gebildet hatten, die unter ähnlichen Ortsverhältnissen sonst einzutreten pflegten. Die Hoffnung,

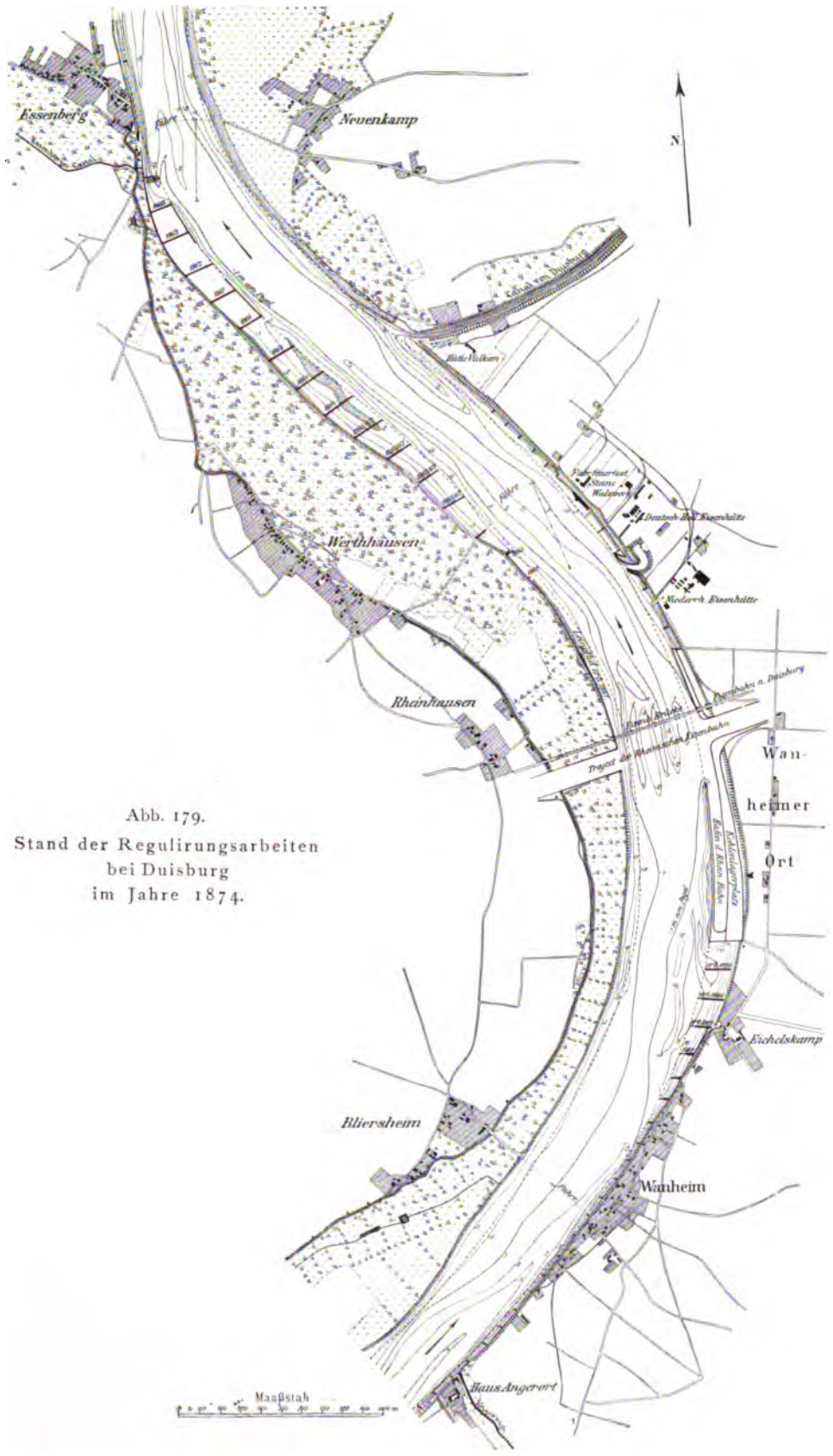


Abb. 179.
Stand der Regulirungsarbeiten
bei Duisburg
im Jahre 1874.

die man beim Beginn dieser Arbeiten hegte, es würde nur der Baggerung einer schmalen Rinne bedürfen, um dem Strome diejenige Führung zu geben, dass er sich selbst freie Bahn schaffte, ging daher nicht in Erfüllung, und von 1887 bis 1889 hat die Fahrrinne in voller Breite von 150 m durch Baggerung hergestellt werden müssen (81885 cbm). Im Zusammenhange damit wurde vom ersten linksseitigen Mittelpfeiler der Brücke ausgehend stromaufwärts bis zur vierten Buhne ein 850 m langes Parallelwerk in Höhe von + 3,30 m am Pegel hergestellt, um den Flössen eine sichere Durchfahrt durch die Brücke zu ermöglichen.

Die Baggerungen wurden auch auf den Uebergang oberhalb Essenberg ausgedehnt, so dass auch hier eine 150 m breite Fahrrinne von normaler Tiefe geschaffen wurde. Das dabei gewonnene Material (318000 cbm) wurde theilweise zur Verlängerung der alten zwölf Buhnen vor Werthhausen, theilweise zur Anschüttung am rechten Ufer vom Hochfelder Hafen bis zur Werthhauser Fähre verwendet, theilweise zu Eisenbahnzwecken abgegeben. An Steinmaterial

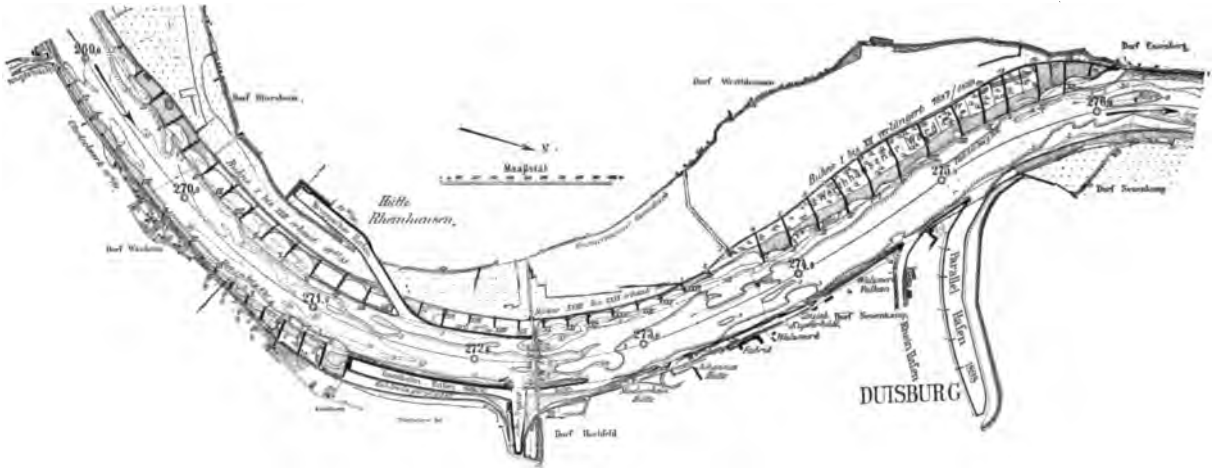


Abb. 180. Der Rhein von Angerort bis Essenberg im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1896.

wurden 28212 cbm Senksteine und 4307 cbm Pflastersteine geliefert. Die Gesammtkosten der letzten Ausführungen betrugen 395438,21 Mark.

Die zwölf alten Buhnen vor Werthhausen waren auf Grund eines Entwurfes vom Jahre 1856 in den sechziger Jahren angelegt worden, da sich bei der übergrossen Strombreite am linken Ufer ein Schaarort und ein Mittelsand auszubilden begann. Es handelte sich damals um 17 Buhnen, von denen 2 Stück oberhalb und 14 Stück unterhalb der Werthhauser Fährbuhne lagen. Zum Theil sind die Arbeiten aus etatsmässigen Fonds bestritten. Die im Jahre 1865 ausgeführten Buhnen Nr. II, IV, V, VI und VII (6901 Mark) und die im Jahre 1867 erfolgte Herstellung von Buhne I, Verlängerung der Buhnen Nr. III bis VI und Erhöhung der Werke Nr. VII bis X (7378 Mark) sind aus extraordinären Fonds bezahlt. Die Werthhauser Interessenten haben dabei auf die Anlandungen ausdrücklich verzichtet.

12. Der Schwerpunkt der Arbeiten, die bei Rheinhausen und Hochfeld, Duisburg und Ruhrort ausgeführt worden sind, liegt auf dem Gebiete der **Hafenbauten.** Da es sich ausschliesslich um Verkehrshäfen handelte, so war die Strombauverwaltung an diesen Arbeiten nicht unmittelbar betheiligt. Die Ruhrschiffahrtsgesellschaft steht zwar unter staatlicher Controle, die Verwaltung ist jedoch dem Regierungspräsidenten zu Düsseldorf übertragen, dem auch

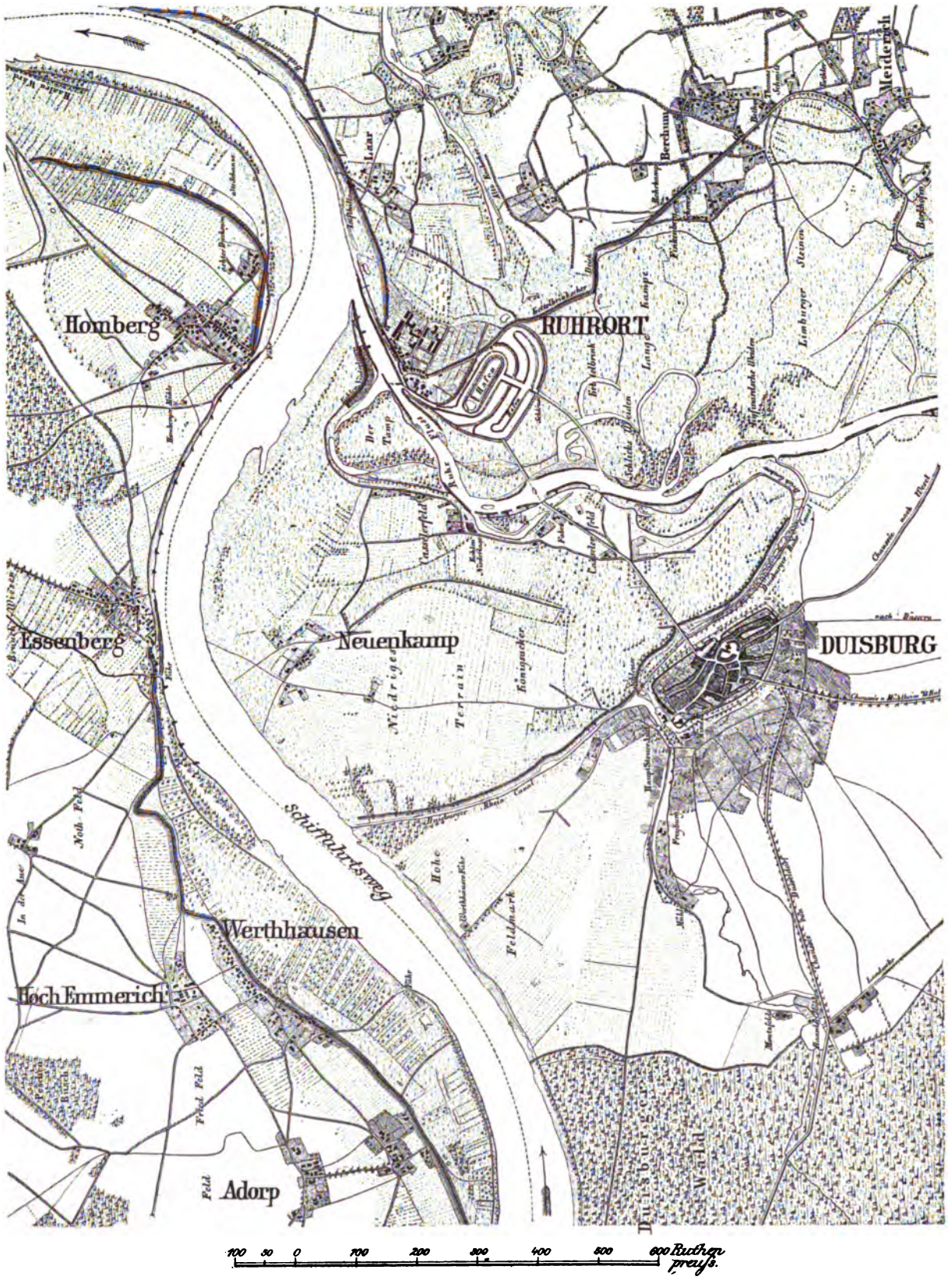


Abb. 181. Duisburg und Ruhrort im Jahre 1836.

Abb. 182. Duisburg und Ruhrort im Jahre 1900.

der Wasserbauinspector zu Ruhrort unterstellt ist. Der Hafen zu Duisburg ist städtisch, das Hochfelder Ufer und der Hochfelder Hafen gehört den grossen Hüttenwerken und der Eisenbahn, der neue Rheinhausener Hafen ist vor drei Jahren von Krupp angelegt. Der Homberger Hafen ist von der Bergisch-Märkischen Eisenbahn und der Eisenbahnhafen in Ruhrort ist von der Köln-Mindener Eisenbahn 1849/50 erbaut worden, ein neuer Hafen bei Homberg wird von der Hütte Rheinpreussen geplant. Von Jahr zu Jahr wächst der Bedarf, und immer neue Hafenflächen müssen zur Bewältigung des gewaltigen auf der Welt einzig dastehenden Verkehrs dieser Strecke geschaffen werden. Für den Hafen von Ruhrort sind schon wieder neue Erweiterungen in Aussicht genommen. Auch der Plan einer festen Strassenbrücke über den Rhein ist der Verwirklichung nahe. Eine Beschreibung der Entwickelung dieser Anlagen würde hier zu weit führen, zumal die eigentliche Regulirung des Rheins kaum berührt wird. Es mag genügen, in Abb. 182 ein Gesammtbild dieser Gegend zu geben und in Abb. 181 zum Vergleiche eine Darstellung der Stromstrecke aus früherer Zeit. Dass eine Entwickelung, wie sie aus diesen Plänen hervorleuchtet, Platz greifen konnte, dazu haben die Arbeiten der Rheinregulirung ihr redlich Theil beigetragen.

VIII. Die Stromstrecke von Ruhrort bis Xanten.

Die Beschaffenheit des Stromes unterhalb Ruhrort ist im allgemeinen nicht so günstig wie oberhalb. Von Ruhrort bis Flüren lehnt sich der Strom im allgemeinen an die rechtsseitigen hochwasserfreien Höhen an, in die er früher an einzelnen Stellen unterhalb Alsum, Walsum, Götterswickerhamm und Wesel tiefe Buchten eingeschnitten hatte. Die Buchten sind dann wieder verlandet und heute sämmtlich durch Sommerdeiche oder Flügeldeiche abgeschlossen. Vollständig hochwasserfreie Deiche sind am rechten Ufer in dieser Strecke nicht vorhanden. Das linksseitige Thalgelände, das bis über Mörs und Rheinberg hinaus sich ausdehnt, wurde zuerst durch die alte Römerstrasse von Rheinberg bis Xanten, dann durch die Wälle der fossa Eugeniana bei Rheinberg, dann durch die beiden hochwasserfreien Deichsysteme von Bärl bis Grunland und von Wallach bis Werrich begrenzt. Von Wesel bis Xanten durchquert der Strom das Thalgelände von Ost nach West bis zu den Höhen des alten „castra vetera" der Römer, anscheinend im Thal der alten Lippe. Die Ufer bestehen im allgemeinen aus Sand auf einer Unterlage von Kies, das Strombett besteht meistens aus Kies, der an einzelnen Stellen, z. B. bei Orsoy, verhältnissmässig grob und fest gelagert ist. Von jeher war es dem Strome daher leichter, seine Ufer abzubrechen, als seine Sohle zu vertiefen. Die Geschichte berichtet von vielen Katastrophen, die sich am Ufer des Rheins hier zugetragen haben, unter denen die Zerstörung des alten Dorfes Birten, der Durchbruch des Rheins gegenüber von Rheinberg, die Zerstörung des Dorfes Niederhalen und des Hauses Knipp die bekanntesten sind. Noch heute liegen alte Mauertrümmer von Haus Knipp mitten im Rhein.

In der Unbeständigkeit der Ufer lag der Grund, warum hier und in der unterhalb anschliessenden Stromstrecke am frühesten mit Uferbauten vorgegangen worden ist. Der Versuch einer künstlichen Ufervertheidigung musste gemacht werden, da mit Sicherheit vorauszusehen war, dass das Vorland sonst in kurzer Frist spurlos im Strome verschwand. Der Entwickelungs-

vorgang der Arbeiten, die zum Schutze der Ufer unternommen wurden, ist im Theil A näher beschrieben worden.

Als die Strombauverwaltung im Jahre 1851 diese Strecke übernahm, waren bereits die concaven Ufer fast ganz in regelmässigen Linien ausgebaut. Auf 8400 m Länge bestanden Deckwerke aus Faschinen mit Steinbesatz, auf 8550 m Länge Steindeckwerke mit Buhnenköpfen und Regulirungswerken. Abbrüchige Ufer waren nur noch bei Reeshofen in 1130 m Länge, bei Ossenberg in 750 m Länge und vor dem Büssen in 370 m Länge vorhanden. Der Leinpfad

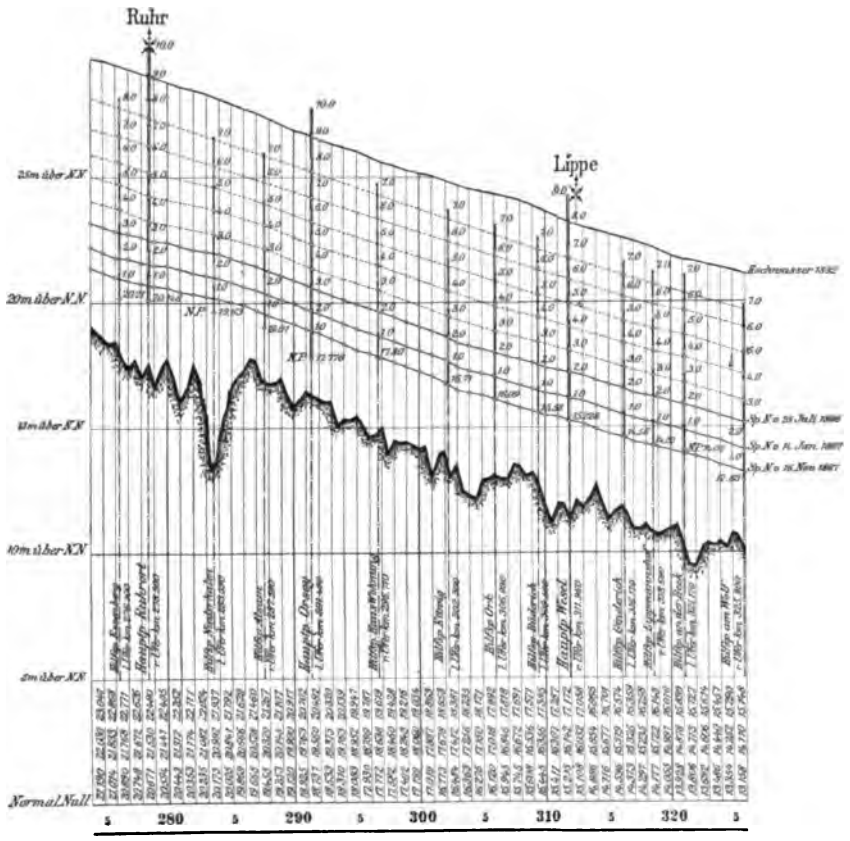


Abb. 183. Längenschnitt des Rheins von Ruhrort bis Xanten (unter Darstellung der mittleren Sohlenhöhe bei gemitteltem Niedrigwasser).

lag auf dem linken Ufer auf + 4,40 m am Düsseldorfer Pegel. Stromspaltungen bestanden noch bei Wesel, bei Götterswickerhamm und oberhalb Neu-Büderich. Die kleinste Tiefe war bei Götterswickerhamm (2,04 m); hier war daher die Regulirung schon im Jahre 1847 begonnen; die grösste Tiefe an der Knipp war 11 m. Das Durchschnittsgefälle ist 1 : 6700, schwankt aber zwischen 1 : 4000 (oberhalb Grunland und bei Mehrum) und 1 : 11000 (bei Hochhalen und am Büssen).

1. Verfolgen wir den Rhein von Ruhrort an stromabwärts, so sind zunächst die Befestigungen des domänenfiscalischen Ufers vor dem Beeckerwerther Flügeldeich **zwischen Ruhrort und der Knipp** zu erwähnen, deren Ausführung Ende der vierziger Jahre auf Staatskosten erfolgt ist. Zwischen der Knipp und dem Fischerhaus sind die fünf alten Buhnen am rechten

Ufer früher durch den Uferbesitzer Herzog von Arenberg gebaut. Am linken Ufer ist das Hochufer von Hochhalen bis unterhalb Bärl seit 1820 wiederholt befestigt worden. Die starke Krümmung des Stromlaufs hatte zur Folge, dass das Ufer dem Angriff ausserordentlich ausgesetzt war; die Anlage und Unterhaltung dieser Befestigungen hat daher nicht unbeträchtliche Aufwendungen erfordert (z. B. von 1845 bis 1847: 44400 Mark, 1847/48: 13050 Mark, 1848: 6750 Mark, 1849: 5400 Mark, 1850: 7950 Mark u. s. w.), vergl. Abb. 184.

2. Vor dem Deckwerke in der **Niederhalener Krümmung** und vor der Knipp lagen sehr grosse Tiefen, hier am rechten, dort am linken Ufer. Die Verbindung zwischen diesen beiden tiefen Stromrinnen war ungünstig, insofern der Thalweg von der Knipp schroff bis nahe an

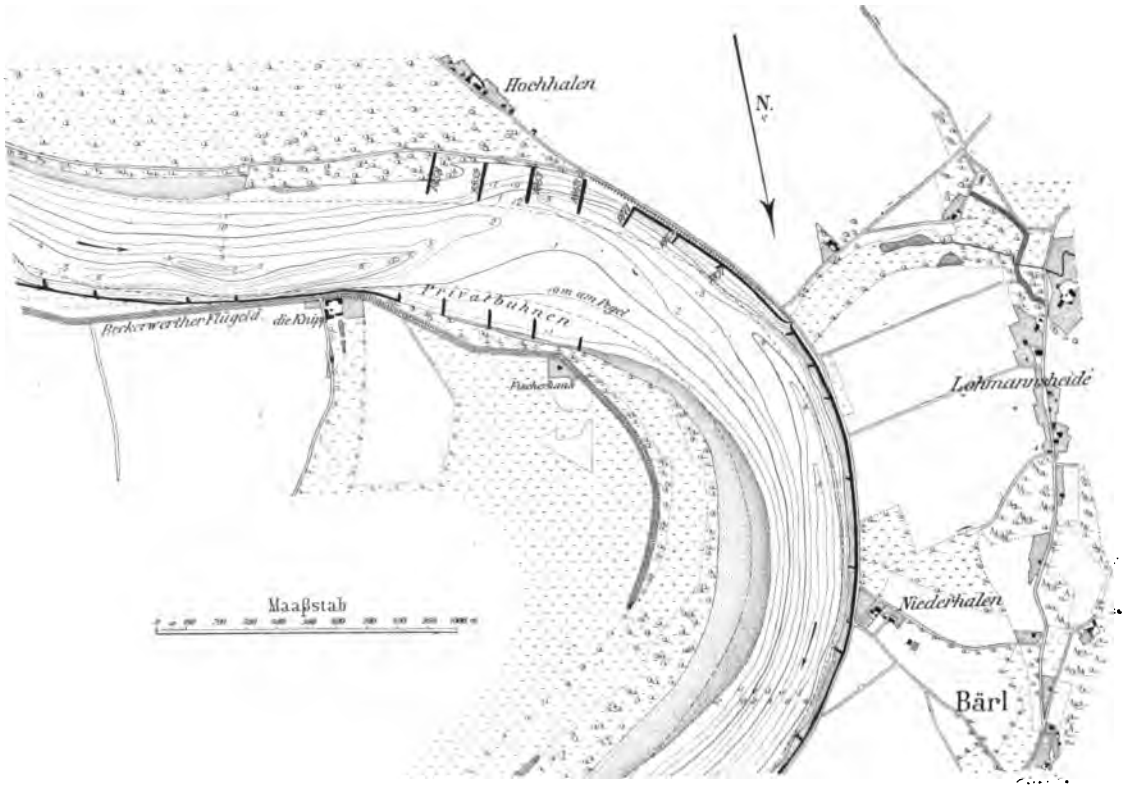


Abb. 184. Der Rhein bei Hochhalen im Jahre 1874, mit Tiefenlinien von 1860.

das gegenüber liegende Hochufer überging. Die Bucht, die demzufolge vor Hochhalen offen blieb, wurde von 1858 bis 1863 hin allmählich durch vier niedrige, in Höhe von + 1,50 bis + 1,90 m am Pegel liegende Schlickfänge aus dem Unterhaltungsfonds und im Jahre 1871 durch drei Buhnen unterhalb dieser Schlickfänge am Hochufer in Höhe von + 2,20 bis 2,80 m am Pegel verbaut (39365 Mark), vergl. Abb. 184. Durchgreifend ist diese Strecke dagegen erst im Jahre 1887/88 regulirt worden. Das linke Ufer wurde durch 16 Buhnen (vergl. Abb. 186), die sich soweit als möglich den alten Werken anschlossen, das rechte Ufer durch vier Stück zwischen den alten Privatbuhnen angelegte Kieswerke gedeckt. Im ganzen waren dabei 41244 cbm Steine erforderlich. Für Herstellung der Fahrrinne wurden 91784 cbm Kies gebaggert, wovon 34744 cbm zum Bau der Werke verwendet, 57040 cbm an die Eisenbahnverwaltung und an Private abgegeben worden sind. Die Ausführungskosten betrugen 244722,30 Mark (vergl. Abb. 185).

3. Noch ungünstiger wie bei Hochhalen war der **Stromübergang zwischen Bärl und Alsum** (vergl. Abb. 187). Im Jahre 1872 waren am rechten Ufer oberhalb der Mündung der Emscher fünf lange Buhnen vorgestreckt worden, von denen die beiden oberen von der Domänen- und Forstverwaltung, die drei unteren von der Strombauverwaltung (45252 Mark) erbaut sind. Diese Werke hatten auch eine gute Wirkung ausgeübt, da die Stromrichtung viel grader geworden war. Von der untersten Buhne aus bildete sich aber bald ein den Strom vollständig

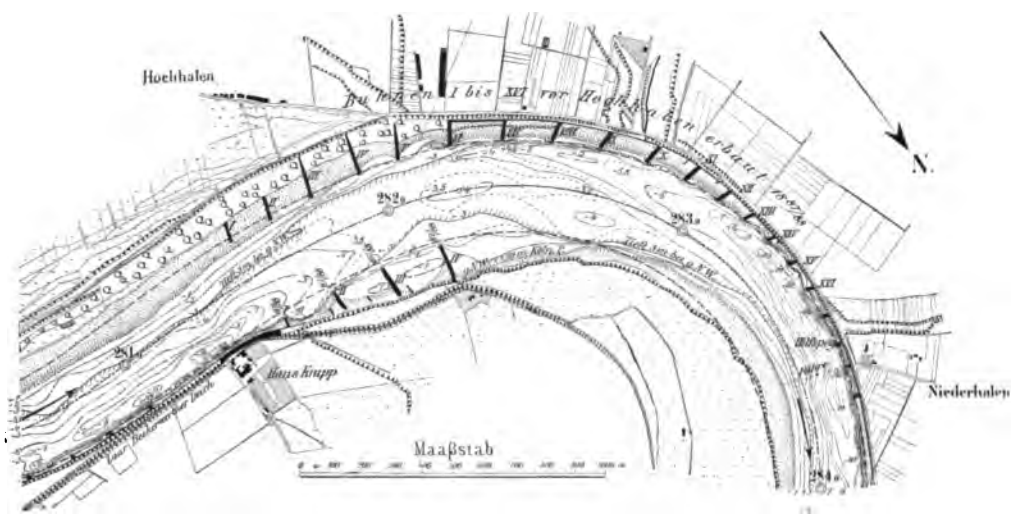


Abb. 185. Die Stromstrecke von Hochhalen bis Niederhalen im Jahre 1895.

durchquerender Scheerort heraus, der die Fahrrinne wehrartig abschloss (Abb. 188). In den Jahren 1882 und 1883 ist dieser Kiesrücken mittels Baggerung durchbrochen, das obere Buhnensystem noch um eine weitere Buhne (Nr. VI) stromab ausgebaut und das Rheinufer oberhalb der Emschermündung auf 480 m Länge, unterhalb derselben auf 590 m durch volle Schüttung bis zur Correctionslinie vorgetrieben und mit Steinen gedeckt worden. Gebaggert sind 61227 cbm

Schnitt durch den Buhnenkopf. Querschnitt.

Abb. 186. Construction der im Jahre 1887 und 1888 erbauten 16 Buhnen vor Hochhalen.

Kies. An Steinen waren 5943 cbm erforderlich. Die Gesammtkosten betrugen 88498,34 Mark. Sowohl bei Hochhalen wie bei Alsum ist durch diese Arbeiten ein regelmässiges Fahrwasser geschaffen und bis jetzt auch erhalten geblieben (Abb. 189).

4. Das unterhalb der Emschermündung bis zur Mündung des Elperbaches gelegene **Schwellinger Ufer** ist, soweit es domänenfiscalischer Besitz ist, seit 1816 wiederholt befestigt worden; ebenso das zwischen dem Elperbach und dem Brusbach gelegene **Elper Ufer,** besonders Ende der vierziger Jahre. Im Jahre 1846 wurden elf Stromschwellen davor angelegt (18000 Mark), im Jahre 1848 die Strom- und Uferbauten ergänzt (8100 Mark) und 1849 verlängert (10950 Mark).

Im Jahre 1850 wurden die Strom- und Uferbauten vor Schwellingen und Elp abermals ergänzt (12600 Mark). Nach 1850 sind hier Neubauten indess nicht ausgeführt (Abb. 188).

5. Die **Stromstrecke bei Orsoy** hat der Regulirung besondere Schwierigkeiten bereitet. Der Uebergang des Thalweges zwischen Walsum und Orsoy war ein äusserst schroffer. Der tiefe Thalweg, der von Alsum aus sich am Schwellinger und Elper Ufer hinzieht, lief am „Rinderhaus“ bei Alsum aus, während am gegenüber liegenden Ufer vor Orsoy die Thalwegrinne der nächsten Concave ihren Anfang nahm. Zwischen beiden lag eine breite hohe Bank, die unterhalb Walsum sich vom rechten Ufer aus weit in den Strom vorschob. Um den Strom

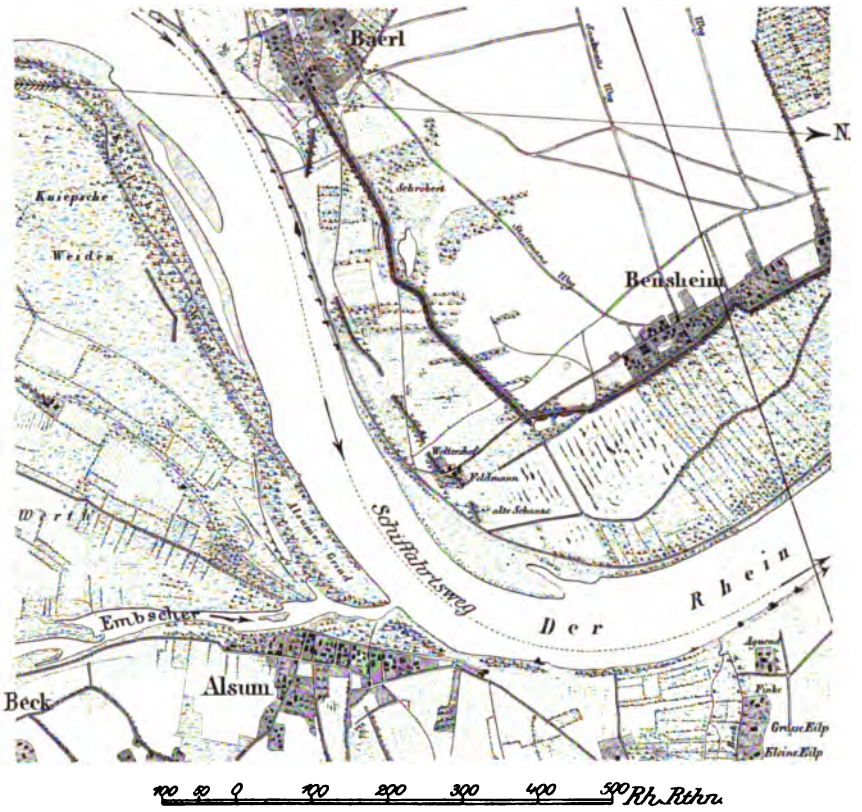


Abb. 187. Der Rheinstrom bei Alsum im Jahre 1836.

auf diese Kiesbank hinzulenken, wurde von 1859 bis 1869 das linke Ufer allmählich vorzuschieben versucht. Dem am weitesten in den Strom vorspringenden Theile der Kiesbank gegenüber wurden 1859 und 1860 zunächst die Buhnen Nr. VI, VII, VIII und IX oberhalb der Hafenmündung in Form von Grundschwellen angelegt, deren Kopf auf —0,60 m am Pegel und deren Wurzel auf + 1,50 m am Pegel angeordnet wurde. Sie bestanden aus Senkfaschinen und waren in der Krone 3,80 m breit (49755 Mark). Diese Schwellen hatten die Bildung einer tiefen Rinne zwischen ihren Köpfen und dem Kiesorte zur Folge. Im Jahre 1861 wurde vor Schwelle Nr. VIII eine zweite auf — 1,50 m am Pegel liegende Schwelle bis zum Grandorte vorgestreckt, für Buhne Nr. X unterhalb der Hafenmündung der Grundbau angelegt, gleichfalls mit einer bis zum Grandort durchgehenden Schwelle gleicher Höhe, und die Buhne Nr. III in Höhe von + 2,80 m am Pegel

erbaut (33066 Mark). Im Jahre 1863 wurden die Buhnen Nr. IV und V in gleicher Höhe hergestellt (33226 Mark), 1866 bis 1867 wurde die Buhne Nr. VI erbaut und Schwelle VII und VIII erhöht, wobei die Buhnen VI und VII Flügelbauten gegen den stark einfallenden Strom erhalten mussten (32229 Mark), während 1868 die Schlickfänge I und II erbaut und die Schwellen VIII und IX in Buhnen umgewandelt wurden (88881 Mark). Nachdem noch 1870 vor der Mündung des Hafens eine Mole angelegt war, um die Einfahrt zum Hafen offen zu halten (33840 Mark), war zunächst der Ausbau des linken Ufers beendet (vergl. Abb. 190) und konnte der Erfolg abgewartet werden. Bei der starken Strömung, die sich vor Orsoy entlang einstellte, hoffte man, dass der Kiesort zum Abtrieb gebracht werden würde. Diese Erwartung ging indess nicht in Erfüllung.

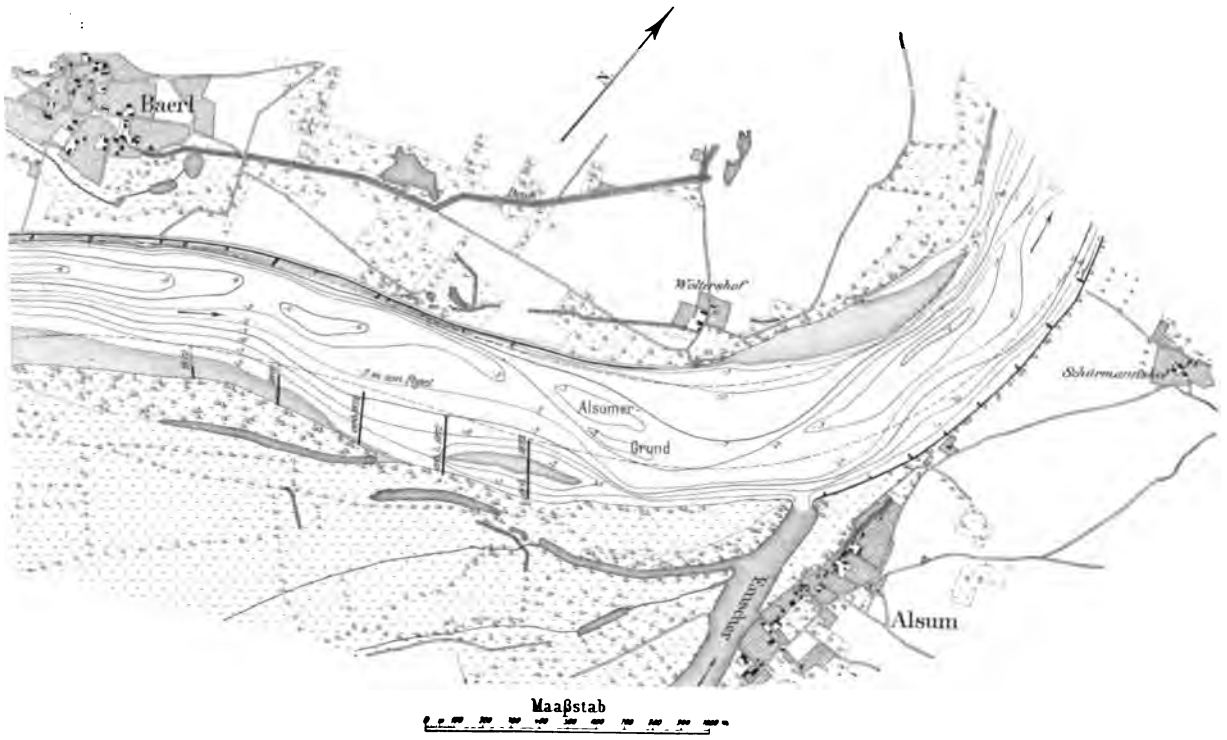


Abb. 188. Regulirung des Ueberganges zwischen Bärl und Alsum, Zustand im Jahre 1874, Tiefenlinien von 1860.

Vor Buhne VIII bildeten sich vielmehr von neuem ausserordentliche Tiefen und lag Ende der siebziger Jahre besonders wegen der starken Querströmung vom rechten zum linken Ufer die Nothwendigkeit vor, den Grandort durch Baggerung anzugreifen und die grossen Tiefen wieder zu verbauen. Dies geschah im Jahre 1878 und 1879. Es wurde eine Fahrrinne von 150 m Breite bis auf — 2 m am Pegel durchgebaggert. Es handelte sich dabei um 177106 cbm meist schweres Gerölle, denn wie sich herausstellte, bestand die Kiesbank aus ganz schwerem Geschiebe, das auch stärkerer Strömung vollkommen widerstanden hätte (169967,08 Mark). Vor den Buhnen Nr. VII bis X wurden in denselben Jahren zur Verbauung der grossen Tiefen acht Stück Grundschwellen angelegt, die aus voller Steinschüttung bestanden und deren Krone in Höhe von — 3 m am Pegel lag (148534,12 Mark). Die Beendigung der Arbeiten zog sich bis 1882 hin, so dass

von den vorangeführten Summen 113236,35 Mark auf die seit 1880 bewilligten ausserordentlichen Geldmittel entfielen (Abb. 191).

Der Ausbau des rechten Ufers und damit das letzte Stück der in Aussicht genommenen Arbeiten erfolgte in den Jahren 1882 bis 1884. Anfangs bestanden Zweifel, ob ein Parallelwerk oder ob Buhnen sich am rechten Ufer besser eignen würden; man entschloss sich dann aber für ein gemischtes System, das sich aus drei Buhnen, drei Schlickfängen und einer Uferanschüttung zusammensetzte, auf der eine Fährrampe und vier Querdämme lagen. Die Grundschwellen und Buhnen am linken Ufer wurden ebenfalls verstärkt und ausgebaut. Die erforderlichen Kiesmassen wurden durch weitere Fortbaggerung des Kiesortes gewonnen (190354 cbm). An Steinen sind 11115 cbm angeliefert. Die Kosten der Ausführung betrugen 251952,77 Mark. Ganz beseitigt ist der Kiesort gegenüber Orsoy freilich auch mit diesen Arbeiten noch nicht. Bei niedrigen

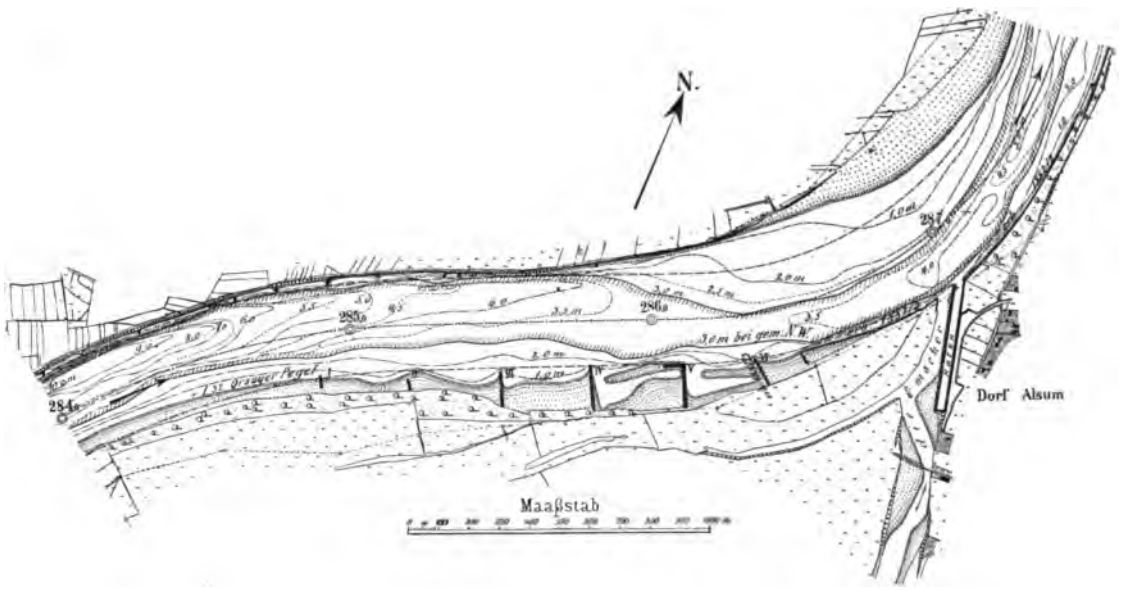


Abb. 189. Die Stromstrecke bei Alsum im Jahre 1895.

Wasserständen tritt er auch heute noch vom rechten Ufer aus weit in den Strom vor. Der erreichte Zustand ist indess ein derartiger, dass die Fahrrinne in normalen Abmessungen vorhanden ist. Zu weiteren Arbeiten lag daher einstweilen kein Anlass vor.

6. Das linke **Ufer von Orsoy bis Grunland** (vergl. Abb. 190) bedurfte von jeher besonderen Schutzes, da der Deich unmittelbar nahe am Ufer lag. Nach den Foris'schen Karten war zwar im Jahre 1728 vor dem Deiche noch ein Vorland von rund 100 m Breite vorhanden, aber schon im Jahre 1737 sind hier die ersten Bleeswerke und Buhnenköpfe angelegt worden und seit dieser Zeit ist der Unterhaltung und weiteren Deckung des Ufers fort und fort die grösste Aufmerksamkeit zugewendet. Von 1818 bis 1823 erfolgte fast volle Neudeckung desselben, ebenso von 1846 bis 1852 (aufgewendet wurden dazu im Jahre 1846: 6300 Mark, im Jahre 1847: 4800 Mark, im Jahre 1848: 8850 Mark, im Jahre 1849: 19350 Mark, im Jahre 1850: 22050 Mark, im Jahre 1851: 8100 Mark). Die letzten grösseren Arbeiten wurden hier im Jahre 1852 vor dem Eversaeler Deiche ausgeführt (11835 Mark). Seitdem hat es sich nur um Unter-

Abb. 190. Die Stromstrecke von Orsoy bis Stapp im Jahre 1874, mit Tiefenlinien von 1860.

haltungsarbeiten gehandelt bis zur Regulirung der Strecke von Stapp bis Mehrum im Jahre 1888 (vergl. Nr. 10, Seite 196).

7. Die **Uferbucht vor Stapp** ist von den Erben Kumptshof auf Grund einer am 2. October 1874 ertheilten Erlaubniss mit sieben langen Schlickfängen ausgebaut worden (Abb. 190).

Zwischen Stapp und Haus Wohnung wurden 1820 drei Buhnen und sechs Pflanzköpfe angelegt, von Haus Wohnung bis Götterswickerhamm von 1808 bis 1826 im ganzen zwölf kurze Buhnenköpfe, von Götterswickerhamm bis Reeshoven von 1811 bis 1826 zum Schutze des Ufers neun kurze Buhnenköpfe erbaut. Wiederholt sind die Köpfe ausgebessert und die zwischen liegenden Uferstrecken gedeckt, so im Jahre 1846 (13 500 Mark), im Jahre 1848 (2550 Mark). Im Jahre 1847 wurden in der engen Fahrrinne zwischen dem mitten im Strome liegenden

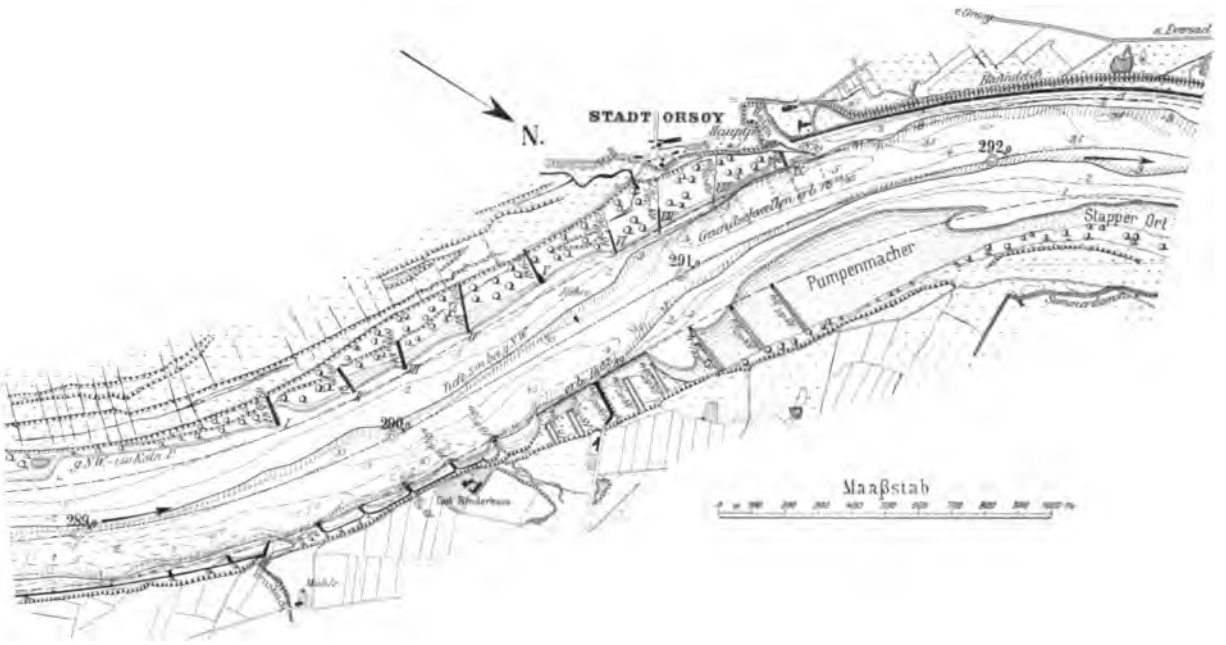


Abb. 191. Der Rhein bei Orsoy im Jahre 1895.

„Hamm'schen Kopfe" und dem rechten Ufer drei Grundschwellen errichtet, um das Mittelfeld zum Abtrieb zu bringen (22 500 Mark). Da diese Werke guten Erfolg hatten, wurden im Jahre 1849 noch drei weitere Grundschwellen vor Götterswickerhamm angelegt (15000 Mark) und im Jahre 1850 die siebente Grundschwelle gefertigt, wobei die fünfte Grundschwelle wieder hergestellt wurde (16800 Mark). Die Strecke oberhalb Götterswickerhamm bis Haus Wohnung hinauf ist von 1847 bis 1849 mit Buhnen und Zwischendeckwerken ausgebaut (76 500 Mark), vergl. Abb. 192.

Diese Arbeiten setzte die Strombauverwaltung dann weiter fort, indem sie 1852 noch drei weitere Grundschwellen zwischen Götterswickerhamm und Reeshoven (Abb. 193) anlegte, deren Krone bei 3,80 m Breite auf — 6' (— 1,90 m) Weseler Pegel lag (17 695 Mark) und die alten Grundschwellen wieder auf ihre normale Höhe brachte (2904 Mark). In demselben Jahre wurde auch das Ufer, an welches die drei ältesten Grundschwellen anschlossen, stärker befestigt (12 299 Mark). Durch diese Arbeiten war der Hamm'sche Kopf ans rechte Ufer angeschlossen und kam grösstentheils zum Abtrieb. Eine vollständige Regulirung erfolgte indess erst im Jahre 1888 beim Ausbau der Stromstrecke von Stapp bis Mehrum (vergl. Nr. 10, Seite 196).

8. Nachdem das rechte Ufer von Götterswickerhamm bis Reeshoven gegen weiteren Abbruch gesichert war, konnte auch dem Ausbau des linken Ufers näher getreten werden, wo sich eine Reihe von langgestreckten Mittelfeldern **bis zur Rheinberger Fähre** hinabzog. Es kam darauf an, diese Kiesbänke mittels Coupirungen in Mittelwasserhöhe an das linke Ufer anzuschliessen. Die obersten fünf Werke des aufgestellten Gesammtplanes wurden dem Besitzer von Grunland, Herrn von Rygal, zur Erbauung überlassen, während 14 Stück Buhnen auf Kosten der Strombauverwaltung erbaut werden sollten. Im Jahre 1855 wurden vier Buhnen (Nr. VI bis IX) mit einem ihre Köpfe verbindenden Parallelwerke angelegt (20400 Mk.) und 1856 die nächsten drei Werke (Nr. XI, XIII und XVI) erbaut (21630 Mark). Zwei weitere Werke (Nr. XVIII und XX) bildeten 1858 den einstweiligen Abschluss dieser Arbeiten (14998 Mark). Es traten bald so starke Verlandungen zwischen diesen Werken ein, dass es des Baues aller 14 Werke nicht bedurfte und es bis zum Jahre 1888 hin sich nur um Unterhaltungsarbeiten und Pflanzungen handelte (vergl. Abb. 193). Mit der dahinter liegenden Gottlieber Welle zusammen bilden diese Verlandungen jetzt eine ausgedehnte Fläche. Leider sind die Verlandungen nicht überall gleichmässig vor sich gegangen, so dass bereits mehrfach künstliche Einebnungen nothwendig geworden sind und künftig wohl in noch höherem Maasse nothwendig sein werden (vergl. Abb. 195).

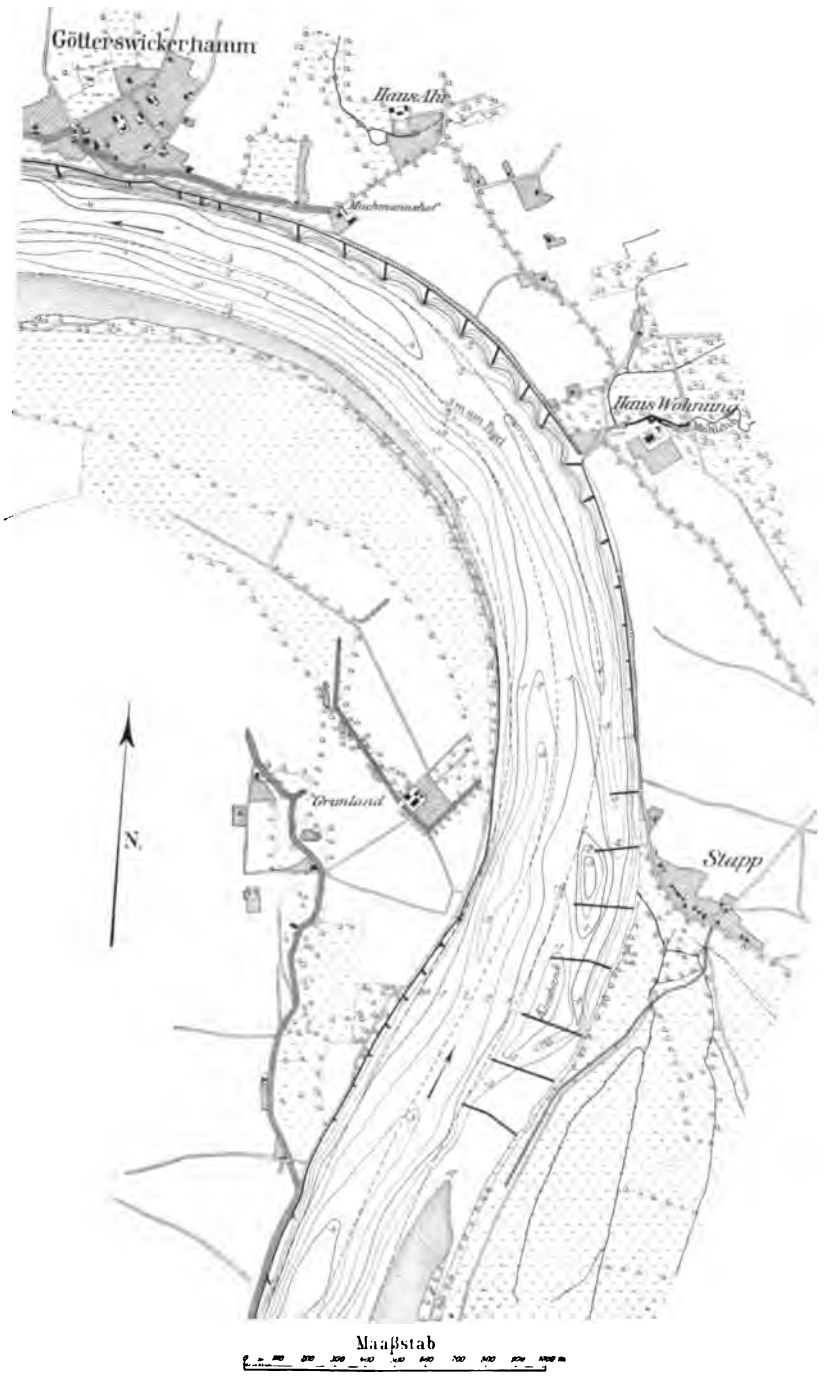


Abb. 192. Uferausbau von Stapp bis Götterswickerhamm im Jahre 1874, mit Tiefenlinien von 1860.

9. Das **Rheinberger Ufer**, das von der Rheinberger Fähre bis zum Haus Mumm reicht, war

unterhalb Ettwig starkem Stromanfall ausgesetzt. Von der Rheinberger Fähre ab war es auf 270 Ruthen (1017 m) Länge früher durch den Angrenzer, Herrn von Bodelschwingh, unterhalten worden, während vor Haus Mumm und oberhalb der Mündung des alten Rheins von der Wasserbauverwaltung in den Jahren 1817 bis 1820 eine Reihe von Buhnenköpfen und in den Intervallen Uferbefestigungen angelegt waren. In den Jahren 1845 bis 1849 ist das Rheinberger Ufer vom Grindhause abwärts vorschreitend von neuem ausgebaut worden. Die Strombauverwaltung setzte diese Uferdeckungen, die für Erhaltung des Leinpfades dringend nöthig waren, fort. Im Jahre 1853 ist eine 520 m lange Uferstrecke oberhalb der Mündung des Rhein-

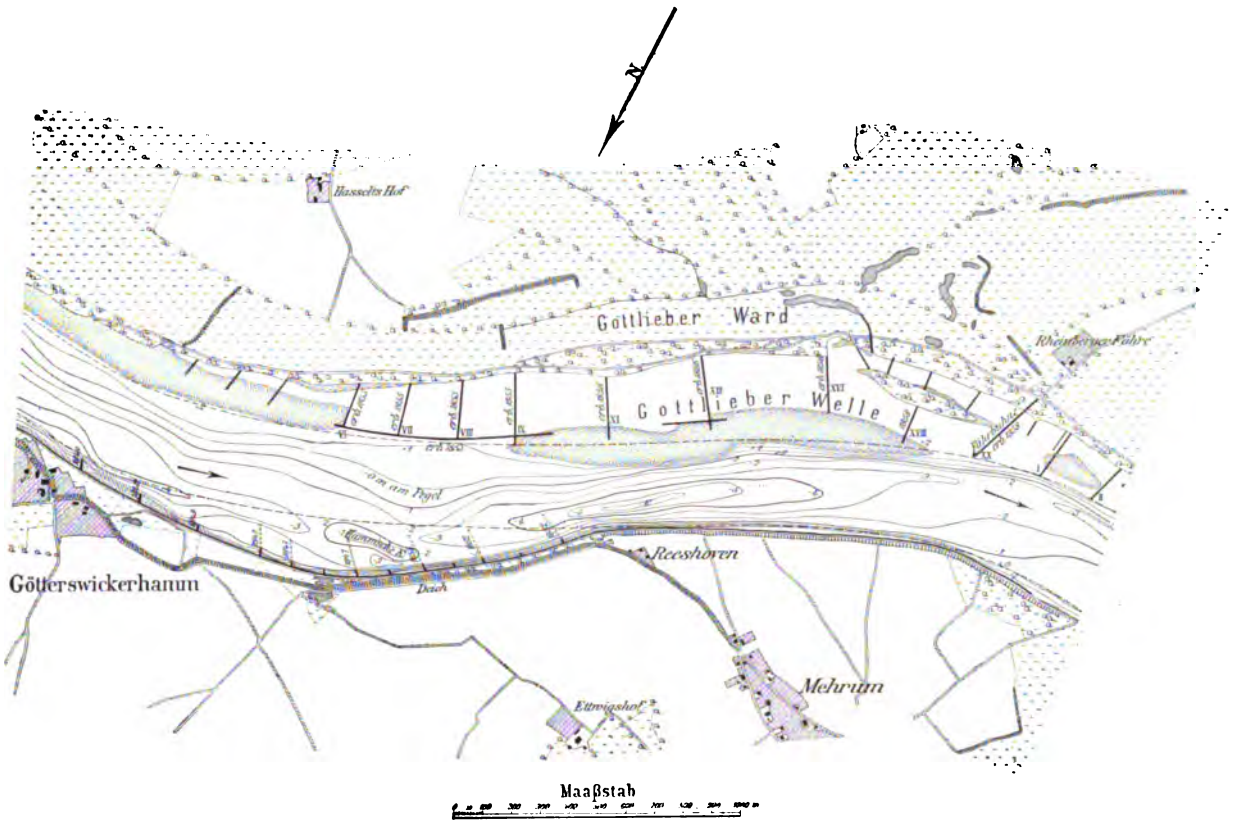


Abb. 193. Die Regulirung an der Gottlieber Welle im Jahre 1874, mit Tiefenlinien von 1860.

berger Altrheins ausgebaut (10800 Mark). Im Anschluss an die Verbauung des Ufers an der Gottlieber Welle wurde 1850 auch unterhalb der Rheinberger Fähre die Regulirung mit dem Bau der Buhne Nr. III begonnen (16500 Mark) und 1861 mit dem Bau der Buhne Nr. IV vor Ettwig fortgesetzt (20866 Mark). Die beiden Buhnen (Nr. I und II) unterhalb der Rheinberger Fähre hat im Jahre 1860 und 1861 der Grundbesitzer Lüps gebaut. Die Strombauverwaltung errichtete dann in weiterem Ausbau des Systems im Jahre 1863 die Buhne Nr. V (13497 Mark), im Jahre 1869 die Buhnen VI und VII (32982 Mark), im Jahre 1871 und 1872 die Buhnen VIII und IX, in Verlängerung und Ausbau alter Buhnenköpfe (40179 Mark). Von der Mündung des Rheinberger Canals bis zum Haus Mumm wurde im Jahre 1873 der Leinpfad durch ein Steindeckwerk geschützt, die Canalmündung durch ein Leitwerk mit Traverse festgelegt und eine Buhne zwischen

der Canalmündung und dem Haus Mumm bis an die Correctionslinie vorgeschoben (113823 Mark). Damit war das Rheinberger Ufer im wesentlichen bis zur Correctionslinie ausgebaut (vergl. Abb. 194).

10. Die ganze Stromstrecke von **oberhalb Stapp bis unterhalb Mehrum** (Abb. 195) ist in den Jahren 1888 bis 1890 dann einer Nachregulirung unterzogen worden. Bei Stapp war wieder ein grosses Mittelfeld entstanden, das sich mehr und mehr vom linken zum rechten Ufer vorschob

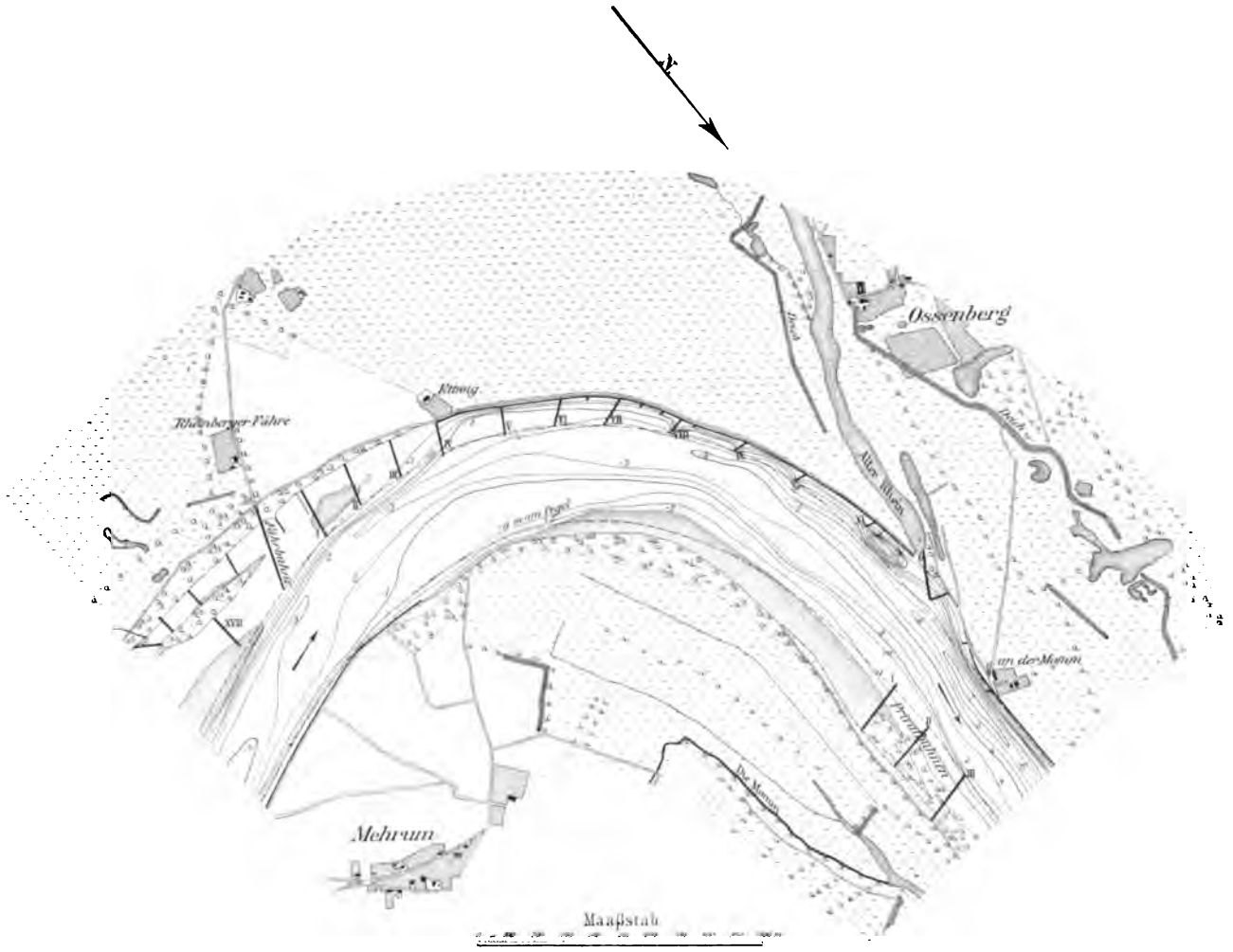


Abb. 194. Ausbau des Rheinberger Ufers im Jahre 1874, mit Tiefenlinien von 1860.

und die Stromrichtung noch mehr nach dem rechten stark gekrümmten Ufer ablenkte. Vor letzterem hatten sich daher nahe am Ufer bedrohliche Austiefungen gebildet, so dass hier Baggerungen am linken Ufer zur Erbreiterung der Fahrrinne und Einschränkungen oberhalb Stapp an beiden Ufern, unterhalb Stapp Stromschwellen zum Schutze des rechten Ufers nothwendig waren.

Zwischen Götterswickerhamm und Reeshoven war an Stelle des Hamm'schen Kopfes eine den ganzen Strom durchsetzende Kiesschwelle verblieben, die durchbaggert werden musste. Die tiefe rechtsseitige Bucht wurde mittels Buhnen ausgebaut, die grösstentheils an die alten Buhnen und Grundschwellen anschlossen, während vor den alten Buhnen Nr. VI bis XI am convexen

gegenüber liegenden Ufer fünf neue Buhnen bis zur Correctionslinie vorgeschoben wurden.

Unterhalb Reeshoven wurden am Mehrumer Ufer zehn neue Buhnen zur Begrenzung der normalen Strombreite angelegt. Die Ausführung der Arbeiten war im ganzen verdungen. Gebaggert wurden 148000 cbm, wovon 124800 cbm zum Bau der Buhnen, der Rest zu Anschüttungen vor der Gottlieber Welle und zur Ausfüllung der Buhnenintervalle oberhalb Stapp und Götterswickerhamm verwendet wurde. Zur Deckung der Strombauwerke waren 25250 cbm Steine und 17000 cbm Eisenschlacken von den Halden der Mülhofener Hütte bei Engers, der Hermannshütte bei Neuwied, der Johannishütte bei Duisburg erforderlich. Die Gesammtkosten der Ausführung betrugen 373930,44 Mark.

Im grossen und ganzen haben diese Arbeiten den Erwartungen entsprochen. An vereinzelten Stellen, wo sich vor den Buhnen oder Ufervorsprüngen (vor Reeshoven) tiefere Kolke gebildet haben, wird bei den Unterhaltungsarbeiten mittels Grundschwellen sich noch eine weitere Regelmässigkeit erreichen lassen. Schwierig liegen die Verhältnisse aber nach wie vor auf der Gottlieber Welle am linken und am Mehrumer Ort am rechten Ufer, wo sich hohe Sanddünen theils bis über Hochwasser hinaus angesammelt haben und bei grossem Hochwasser für die Erhaltung der Fahrrinne eine stete Gefahr bilden. Die Stromstrecke von Stapp bis Mehrum gehört zu den

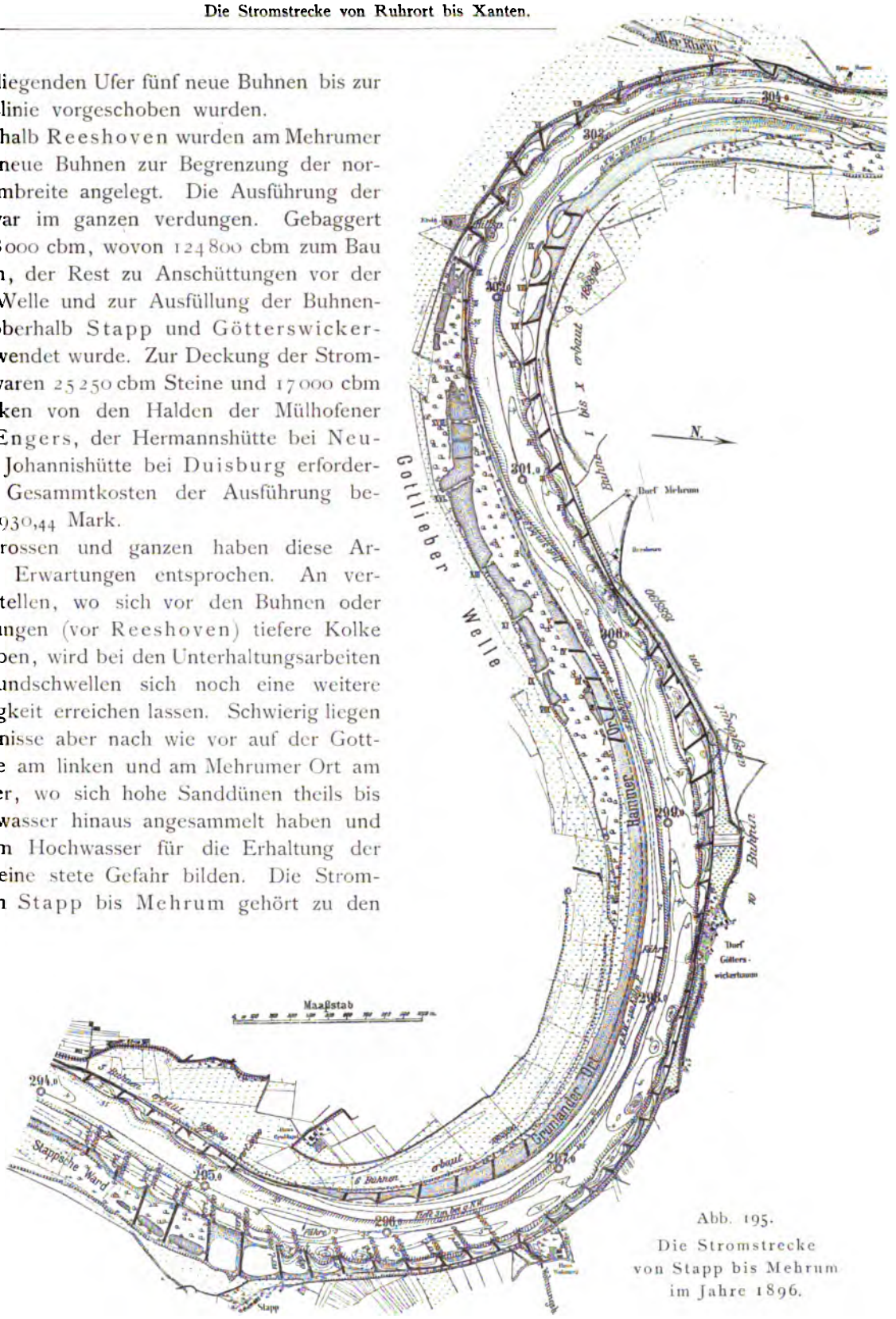


Abb. 195.
Die Stromstrecke
von Stapp bis Mehrum
im Jahre 1896.

Strecken, wo eine volle Sicherung der Vorfluth und Schiffahrt nur durch eine Regulirung des Hochwasserprofils erreichbar sein wird.

11. Auf dem **Uebergang des Stromes vom Haus Mumm am linken, nach Ork am rechten Ufer** (Abb. 196) lag bei übergrosser Strombreite ein Mittelsand. Der Mehrumer Grandort streckte sich stromabwärts mehr und mehr quer über die Fahrrinne, so dass diese Strecke Mitte der sechziger Jahre die geringste Fahrtiefe im Bezirke Rees aufwies. Der Besitzerin von Mehrum, Freifrau von Plettenberg, war unterm 26. März 1860 die Erlaubniss ertheilt, am rechten Ufer oberhalb der Mündung des Mummbaches auf dem Mehrumer Grandort sechs Stück Schlickfänge weit in den Strom bis zur Correctionslinie vorzuschieben, wobei die Strombauverwaltung die Deckung und Erhaltung der in der Correctionslinie liegenden Köpfe mittels Steinschüttung über-

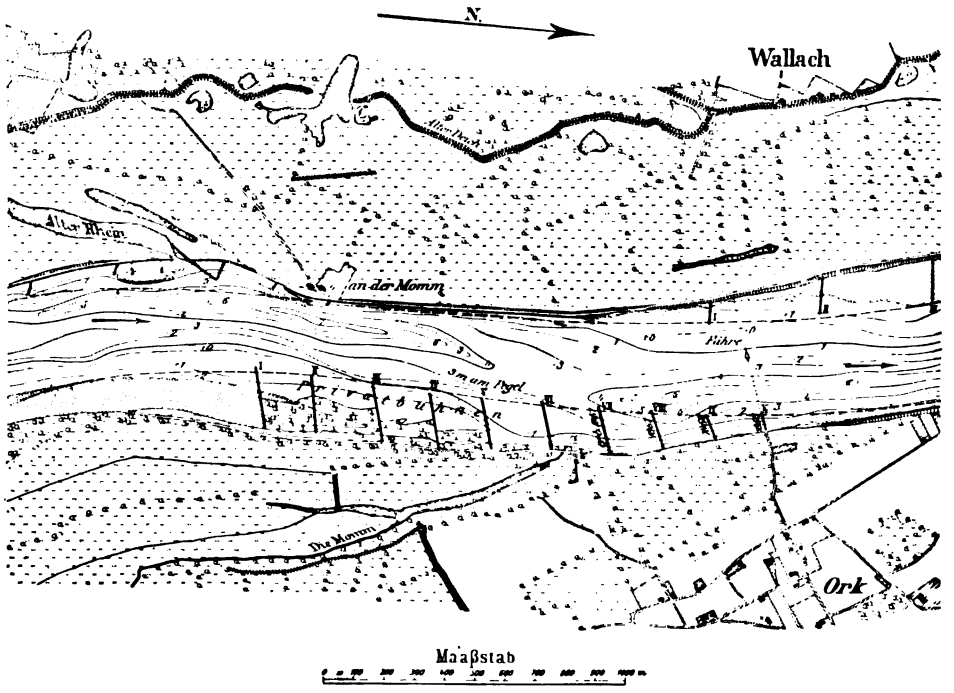


Abb. 196. Die Stromstrecke bei Ork im Jahre 1874, mit Tiefenlinien von 1860.

nahm. Die Werke I bis V wurden auf dieser Grundlage von 1860 bis 1862 erbaut, das sechste Werk im Jahre 1867, als die Strombauverwaltung in Fortsetzung des Systems die Buhnen Nr. VII und VIII erbaute (38091 Mark). Beendet wurden die Arbeiten im Jahre 1868 mit dem Bau der Werke Nr. IX und X (34983 Mark).

12. Auch in der **Bucht vor Elverich** (Abb. 197) sind die wesentlichsten Arbeiten bereits vor dem Jahre 1880 ausgeführt. Das Mittelfeld, welches hier früher lag, war schon in den fünfziger Jahren an das linke Ufer angeschlossen. Im Jahre 1860 wurden fünf Werke (Nr. XIII bis XVII) bis zu 270 m weit in den Strom vorgeschoben (56526 Mark), im Jahre 1861 und 1862 drei Buhnen (Nr. XVIII bis XX) vor dem Neubüdericher Banndeiche erbaut (60000 Mark) und im Jahre 1864 zwei weitere Buhnen (Nr. XXI und XXII) bis zum Anschluss der Uferlinie an die Uferdeckung am Schaardeich hergestellt (34797 Mark). Auch hier sammelten sich besonders am oberen Ende bald ausgedehnte Verlandungen zwischen den Buhnen, während die

Fahrrinne ausreichende Tiefe gewann. Es bedurfte gar nicht der Erbauung der Werke I bis XII, die anfänglich geplant war, sondern fünf schwache Schlickfänge haben hier eine vollständig normale Ausbildung des linken Ufers von Haus Mumm abwärts zur Folge gehabt. Wo einst öde Sandfelder lagen, finden wir heute fruchtbare Wiesen und Viehweiden.

13. Je leichter die Ausbildung des linken Ufers sich vollzog, desto schwieriger wurde dagegen die Lage des rechten **Ufers am Büssen** (Abb. 197). Da das Ufer ungedeckt war, wich es mit jedem Jahre weiter zurück. Um dieser neuen Verwilderung des Strombettes vorzubeugen, begann die Strombauverwaltung daher im Jahre 1865, auch das rechte Ufer unterhalb Ork zu befestigen, obwohl der Anlieger jede Betheiligung ablehnte. Auf 652 m Länge wurde hier 1865/66 ein mittels fünf Traversen an das Ufer angeschlossenes Deckwerk erbaut (21000 Mark) und 1867 um 850 m stromab verlängert (26967 Mark). Zum Schutze des Steindeckwerks gegen Unterspülung wurden im Jahre 1870 am oberen Theile neun Böschungsköpfe von 3,80 m Kronenbreite und vierfacher Böschung aus Senkfaschinen mit Steindeckung angelegt (3005 Mark). Seitdem sind, von geringen Unterhaltungsarbeiten abgesehen, sowohl hier wie vor Elverich keine grösseren Bauten vorgenommen. Erst neuerdings haben am unteren Ende des Büdericher Schaardeiches sich derartige Tiefen gebildet, dass ein Schutz desselben mittels Stromschwellen in Aussicht genommen ist. Die Deichstrecke, um welche es sich handelt, hat schon einmal, und zwar 1740 und 1741, um rund 150 m zurückgelegt werden müssen. Ihre Vertheidigung hat seit jeher grosse Arbeiten und Opfer erfordert, da der Büssen'sche Kiesort sich wegen der auf ihm befindlichen Weidenpflanzungen von Jahr zu Jahr

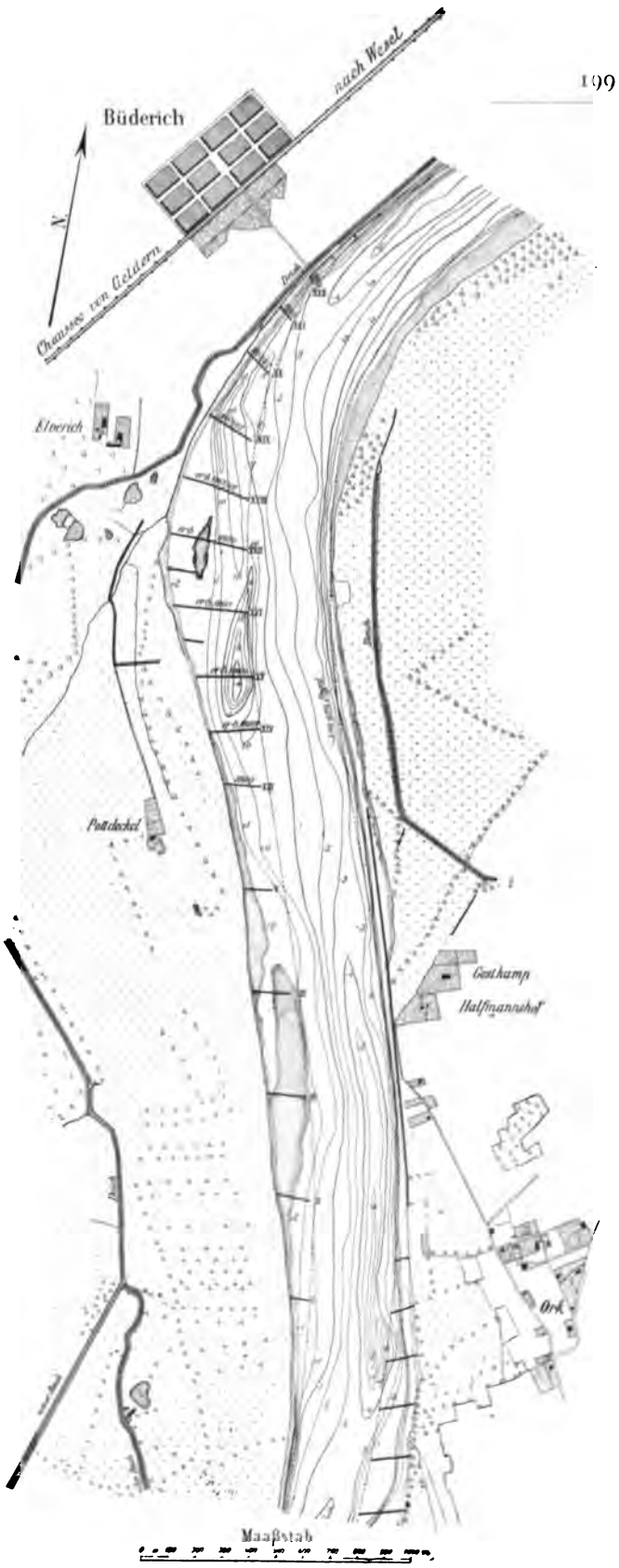


Abb. 197. Die Bucht vor Elverich im Jahre 1874, mit Tiefenlinien von 1860.

weiter in den Strom vorschiebt. Es besteht daher auch die Absicht, diese Weidenpflanzungen, die privaten Angrenzern gehören, anzukaufen und auszuroden.

14. Die **Weseler Stromstrecke** hat ihre eigene Geschichte. Ueber die einzelnen Maassnahmen, die auf dieser Strecke getroffen wurden, liegen bis zum Jahre 1631 zurück so ausführliche zeichnerische und schriftliche Mittheilungen vor, dass die Versuchung nahe liegt, den Kämpfen, die sich hier abgespielt haben, eingehender zu folgen. Geht doch aus ihnen hervor, wie schwach menschliches Vermögen und menschliche Berechnung sich den Naturkräften gegenüber von jeher erwiesen hat. Es würde indess über den hier gegebenen Rahmen hinausgehen, alle einzelnen Maassnahmen zu erwähnen oder zu besprechen; auch die Arbeiten neuerer Zeit geben Belege genug, dass der Wasserbau sich auch bei sorgfältigster Erwägung doch nicht immer vor Enttäuschungen und Misserfolgen zu bewahren vermag. Die örtlichen Verhältnisse waren ja allerdings besonders schwierige. Die starke Krümmung, die der Rhein früher bei Wesel machte, die Lage der hohen Festungswerke, die Mündung der Lippe, das hochliegende Terrain des Büdericher Vorlandes waren alles erschwerende Umstände ernster Natur. Im Jahre 1631, wo nur eine einzelne Schanze an der Mündung der Lippe lag, Wesel selbst aber vom Strome nicht unmittelbar berührt wurde, bestanden noch keine aussergewöhnlichen Umstände. Das Ufer war zwar abbrüchig, aber erforderte anscheinend noch keine Deckung. Die Karte von 1728, auf der die Festungswerke von Wesel bis nahe an den Strom vorgeschoben erscheinen, lässt schon die Schwierigkeiten ahnen (Abb. 198). An Wesel entlang liegen hohe Bleeswerke, vor denen die Tiefe bis auf 48 Fuss (15 m) bei Niedrigwasser steigt. Die Abrahamsward am rechten Ufer oberhalb Wesel war noch nicht vorhanden. Der Bau der langen Abrahamskribbe, in dessen Schutz diese Ward sich bildete, war der erste Schritt, um die Ungunst der Verhältnisse wesentlich zu verschärfen (vergl. Abb. 17). Man wollte den Büdericher Sandort damit angreifen und lenkte thatsächlich den Strom in verschärftem Maasse in die starke Krümmung oberhalb Wesel. Vor den Bleeswerken Wesels stieg die Wassertiefe bis 1770 von 48 auf 63 Fuss.

Als im Jahre 1784 der Eisgang abermals in den Bleeswerken tiefe Einrisse und Absackungen erzeugt hatte, entschloss man sich, durch die Büdericher Insel einen Hochwasser-Entlastungscanal zu graben (in 60 Fuss Breite bis auf + 5 Fuss am Pegel durch das auf + 16 Fuss Weseler Pegel gelegene Büdericher Vorland in 404 Ruthen Länge). Der Durchstich wirkte zunächst sehr günstig; vor Wesel nahm bis 1794 hin die Tiefe von 63 Fuss auf 54 Fuss ab. Als aber der Eisgang von 1795 und 1799, der beide Male den alten Rhein mit Eis voll schob, den Durchstich voll durchbrach und sich der Strom nun vorzugsweise dem neuen Laufe zuwendete, bildeten sich im alten Rheinarme so starke Versandungen, dass die Schiffahrt im alten Rheinarme Schwierigkeiten fand und der Zugang zur Lippe und zum Weseler Hafen bedroht wurde. Im Jahre 1823 war die Wassertiefe am oberen Einlaufe des Altrheins bei Null am Pegel nur 2 Fuss (0,63 m).

Dies war die Ursache, dass nach Befestigung der Ufer des Canals im Jahre 1833 am oberen Ende des Durchstiches mit grosser Mühe und vielen Kosten eine Grundschwelle, „der Schlag", quer durch den neuen Stromlauf hindurch gelegt wurde (97 859 Mark). Das Werk wurde bogenförmig zwischen den beiden Ufern erbaut bei 34 m Breite und 384 m Länge. Im oberen Theile des Altrheins wurde zugleich ein 19 m breiter Graben bis zu — 1,90 m Weseler Pegel auf 885 m Länge hergestellt (20 371 Mark) und 1835 auch im unteren Theile in 9 m Breite fortgeführt (8724 Mark). Durch diese Beschränkung des Querprofils am Einlaufe des Durchstiches und Erweiterung des Altrheins hoffte man die Wasserführung vom Canal theilweise ablenken und wieder dem alten Rheinarme mehr zuweisen zu können. Anfangs soll auch eine

derartige Wirkung sich gezeigt haben. Mit eintretender Vertiefung der Canalsohle unterhalb der Grundschwelle vermehrte sich aber der Unterschied der Wasserstände oberhalb und unterhalb der Schwelle bald derartig, dass die Schwelle ein förmliches Wehr bildete und die zu Berg gehende Schiffahrt die heftige Strömung nur schwer überwinden konnte. Eine Messung vom 14. April 1834 stellte fest, dass in der Strommitte auf 11,30 m Länge ein Gefälle von 0,21 m

Abb. 198. Die Stromstrecke bei Wesel
(nach den Aufnahmen von Foris im Jahre 1728).

bestand bei + 1,26 m am Pegel. Die Geschwindigkeit auf dem Werke war in der Strommitte dabei 2,70 m und 113 m oberhalb 1,80 m. Bei Wasserständen von + 2,80 m am Pegel betrug der Stau noch 0,10 m. Die ursprüngliche Höhe der Schwelle wurde daher 1846 in der Mitte vermindert und an den Ufern erhöht, eingetretene Abspülungen in der Strommitte wurden nicht vollständig wieder hergestellt.

Naturgemäss brachte diese Höhenminderung der Schwelle wieder eine vermehrte Versandung des Altrheins mit sich. So hob die Weseler Kaufmannschaft am 11. Februar 1842 hervor,

dass leere Nachen nicht mehr in die Lippe gelangen könnten, während das Fahrwasser des Flusses selbst so verbessert sei, dass Schiffe mit voller Last auf demselben zu fahren im stande seien. Allein von 1851 bis 1855 verlandete amtlichen Peilungen zufolge der Altrhein um 4 bis 5 Fuss.

So erwünscht diese Erscheinung sonst in ähnlichen Fällen zu sein pflegte, so lagen hier die Sachen anders, insofern die städtische Werft, der Sicherheitshafen und die Lippemündung zugänglich bleiben mussten. Auf wiederholte Klagen und Vorstellungen der Stadt und Handels-

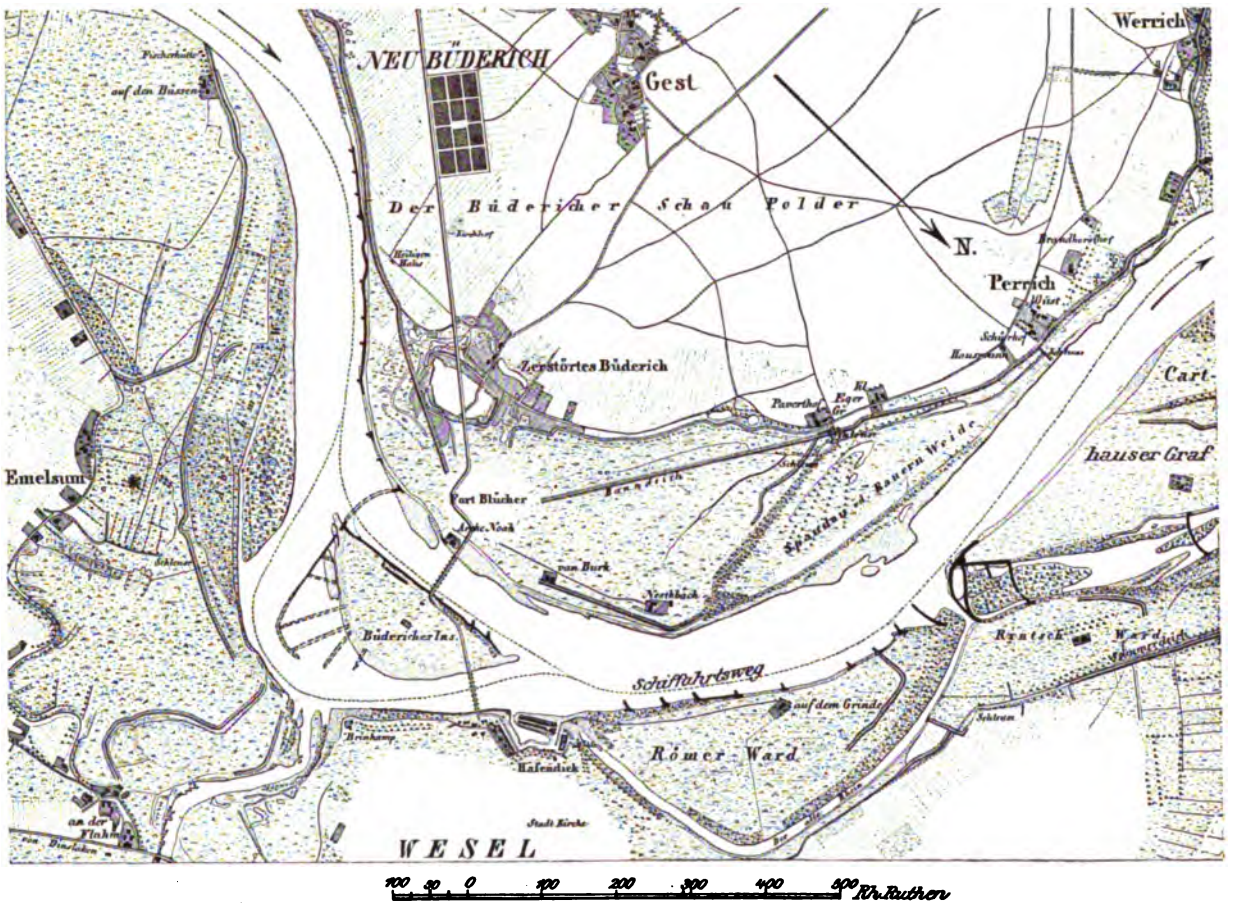


Abb. 199. Die Stromstrecke bei Wesel im Jahre 1836.

kammer zu Wesel gingen alle Entwürfe von 1836, 1842 und 1856 darauf aus, dem natürlichen Verlandungsbestreben entgegen den Altrhein der Schiffahrt zu erhalten. Durch drei Buhnen wurde in den Jahren 1856 und 1857 am rechten Ufer oberhalb der die Lippemündung begrenzenden Mole und sieben Buhnen am linken Ufer von der Lippemündung bis zur Schiffbrücke der untere Theil des Altrheins in Mittelwasserhöhe auf 35 Ruthen (132 m) Breite eingeschränkt (16481 Mark), vergl. Abb. 200. Die Hoffnung, der Strom würde den so eingeschränkten Theil des Altrheins vertiefen, ging indess nicht in Erfüllung. Wohl räumten hohe Wasserstände etwas auf, aber bei mittleren und niedrigen Wasserständen verlandete erst die obere Hälfte, dann auch die untere Hälfte des Altrheins in verstärktem Maasse. Diese Verlandung ging so weit, dass die

Lippe bei niedrigem Wasser schliesslich sogar im Altrhein stromauf floss und oberhalb des Durchstiches in den Rhein mündete. Für die sonst nur 10 Ruthen (38 m) breite Lippe war die Strombreite von 35 Ruthen (132 m) zu gross. Mit Rücksicht auf den Flossverkehr zwischen Rhein und Lippe konnte man diese Breite aber nicht weiter beschränken, da die Flösse hier auf das für den Rhein zulässige Maass gebracht zu werden pflegten.

Man suchte also dem Altrhein von oben her mehr Rheinwasser zuzuführen, indem man im Jahre 1858 oberhalb der Lippemündung mittels Baggerung wieder einen 19 m breiten Canal,

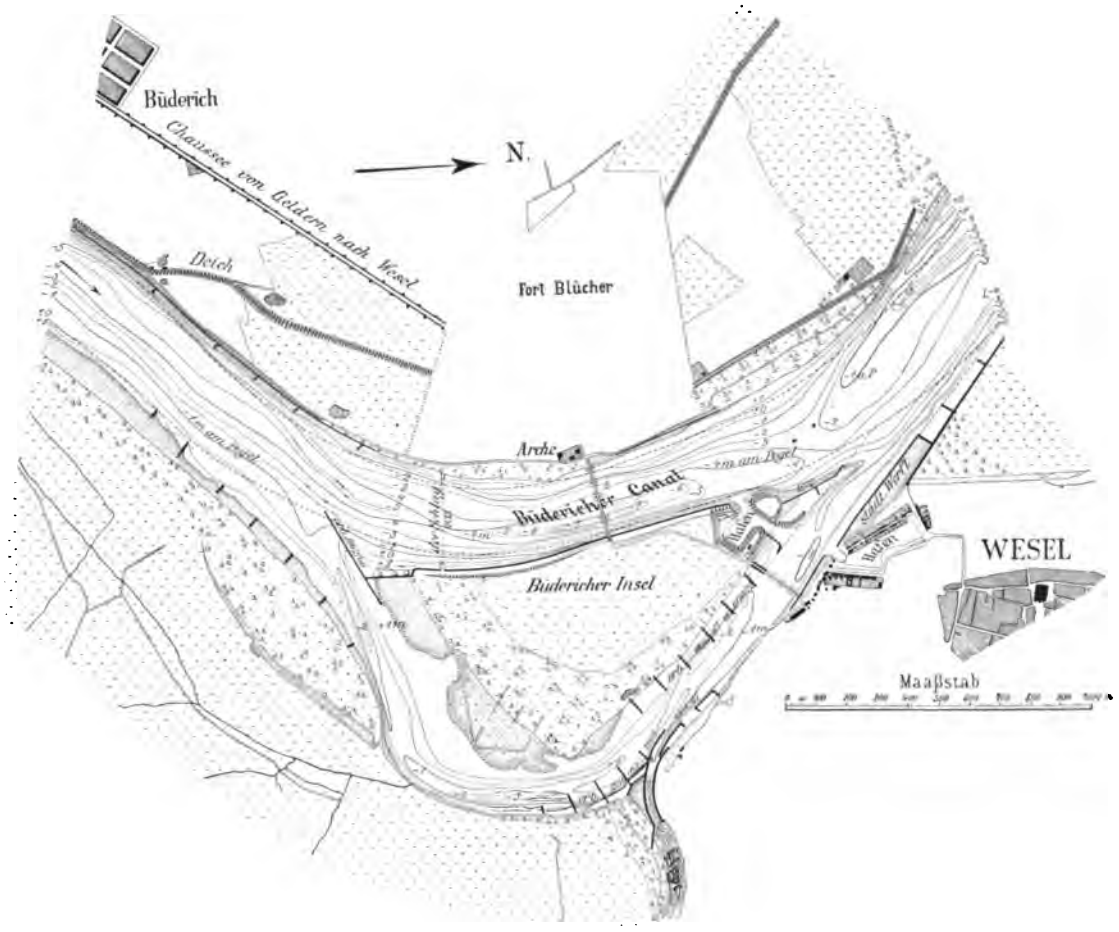


Abb. 200. Stand der Regulirungsarbeiten bei Wesel im Jahre 1874, mit Tiefenlinien von 1860.

dessen Sohle 1,90 m unter Null am Pegel lag und der 565 m lang war, herstellte und unterhalb der Lippemündung die dem regelmässigen Wasserabflusse hinderlichen Sandablagerungen forträumte (23961 Mark). Der Erfolg dieser Arbeiten äusserte sich zunächst dahin, dass die untere, eingeschränkte Strecke des Altrheins sich bei hohem Wasser auf — 1,90 m unter Null am Pegel vertiefte, aber dafür versandete nun die Mündung des Altrheins vollständig.

Im Jahre 1861 wurde daher die Mündung am rechten Ufer durch fünf neue Buhnen und am linken Ufer durch Erhöhung der alten Buhnen sowie durch Erbau eines Richtwerks und einer neuen Buhne ebenfalls auf 35 Ruthen Breite eingeschränkt (30000 Mark). Um dem Altrhein auch

bei Mittel- und Niedrigwasser eine grössere Wassermenge zuzuführen, wurde 1862 am oberen Ende der Büdericher Insel ein Separationswerk auf 87 m Länge angelegt (7197 Mark) und 1866 um 56 m verlängert (12700 Mark). Im Jahre 1866 wurde die Mole an der Mündung der Lippe in den Altrhein auf 42 Ruthen (158 m) verlängert und das rechte Ufer an der Mündung so weit vorgeschoben, dass die Lippe 8 Ruthen (30 m) Sohlenbreite erhielt (26882 Mark). Die oberhalb

Abb. 201. Aufdeckung eines alten spanischen Kriegsschiffs bei der Erweiterung des Büdericher Canals im Juni 1893.

der Lippemündung liegenden drei Buhnen wurden im nächstfolgenden Jahre (1867) verlängert und unterhalb derselben zwei neue Buhnen erbaut (20635 Mark). In den Jahren 1870 bis 1872 wurden die im Altrhein unterhalb der Lippemündung am linken Ufer gelegenen sieben Buhnen sowie die Hafenmole und der Brückenkopf auf + 14' (+ 4,40 m) am Pegel zu Wesel erhöht (51597 Mark). Alle diese Arbeiten hatten indessen nur einen sehr beschränkten Erfolg (vergl. Abb. 200). Die Wassermasse des Altrheins war trotz des Separationswerks nicht wesentlich vergrössert worden und demzufolge war auch die Versandung des Altrheins kaum merkbar verändert worden. Bei

Niedrigwasser war und blieb die Lippe und die städtische Werft für beladene Schiffe unzugänglich. Es schien kaum ein anderes Mittel übrig zu bleiben, als den Rhein oberhalb der Stromspaltung durch Grundschwellen so zu führen, dass grössere Wassermassen in die obere Mündung des

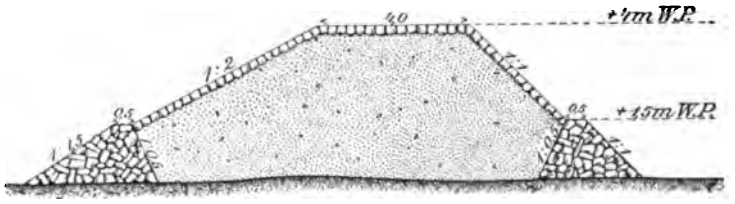


Abb. 202. Querschnitt der 1893 bis 1895 erbauten Coupirung im Altrhein bei Wesel.

Altrheins gedrängt wurden und gleichzeitig das Profil des Büdericher Canals durch eine Reihe von Grundschwellen zu beschränken, wenn der Altrhein durchaus der Schiffahrt erhalten bleiben sollte.

Dieser Sachlage gegenüber entschied dann ein technisches Gutachten der Abtheilung des Bauwesens im Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten vom 7. December 1875

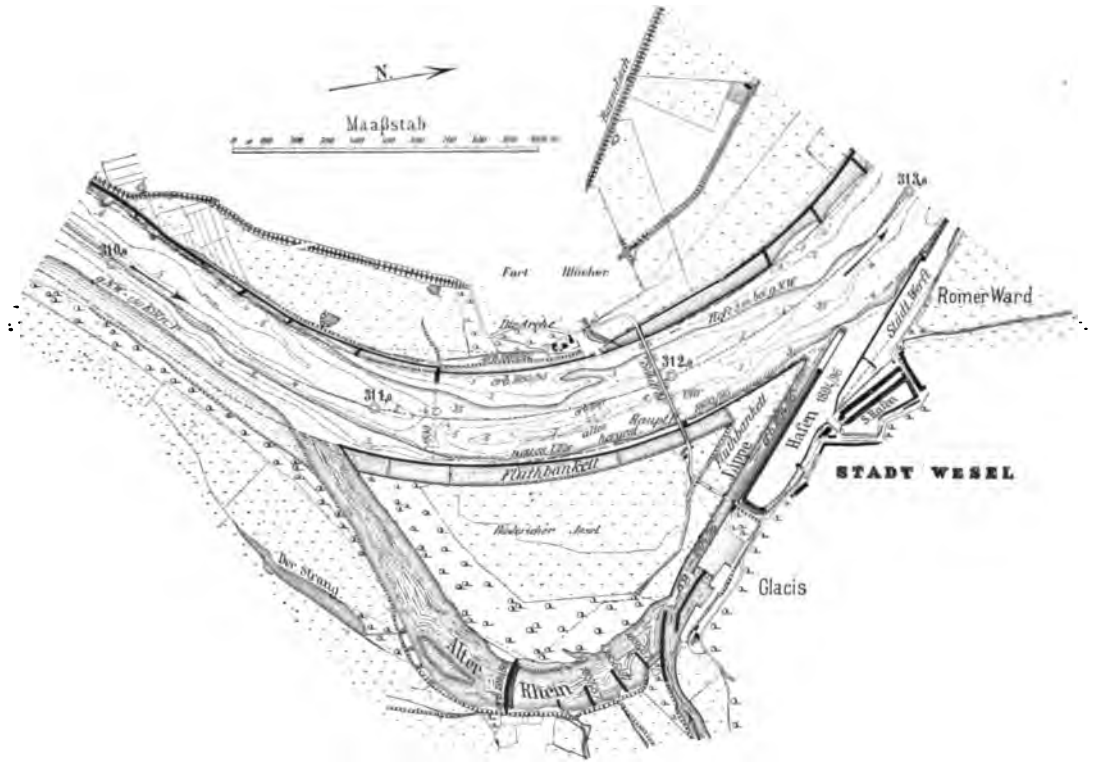


Abb. 203. Die Stromstrecke bei Wesel im Jahre 1900, mit Tiefenlinien von 1895.

dahin, dass die Schiffbarmachung des alten Rheins bei Wesel sehr hohe Summen erfordern würde und trotzdem die Gewähr einer sicheren Erhaltung dieser Wasserstrasse bei niedrigen Wasserständen des Rheins nicht übernommen werden könne, aus welchen Gründen wohl überhaupt hiervon abzusehen sein dürfte.

Damit hören die Bestrebungen, den Altrhein in voller Ausdehnung schiffbar zu machen, auf. Der Strom wandte sich mehr und mehr dem Büdericher Canal zu, so dass im Jahre 1881 das rechte Ufer oberhalb der Schiffbrücke unter Aufwendung von 9807,60 Mark durch drei Grundschwellen, deren Krone auf — 9 m Weseler Pegel lag, gegen Unterspülung gesichert werden musste. Am linken Ufer des Büdericher Canals wurde von 1880 bis 1882 ein auf + 5,50 m liegender Leinpfad von der Schiffbrücke bis zum Büdericher Banndeich ausgeführt, dessen Kosten sich auf 43850,32 Mark beliefen.

Abb. 204. Der Hafen bei Wesel im Winter 1899/1900.

Der Altrhein wurde nur in seinem unteren Theile vor der städtischen Werft bis zum alten Sicherheitshafen hinauf durch Baggerungen nothdürftig erhalten. Nach langen Erwägungen, wie den vielseitigen Interessen am besten Rechnung zu tragen sei, entschied man sich im Jahre 1890 endlich für eine gründliche Umgestaltung der ganzen Verhältnisse (vergl. Abb. 203).

Der Büdericher Canal, der an der engsten Stelle nur 220 m breit war, wurde durchweg auf 300 m erweitert und die neuen Ufer mit Steinschüttung und Pflaster befestigt. Die Sohle der Erweiterung lag in normaler Höhe von — 2,70 m Weseler Pegel. Wie aus der dabei erfolgten Freilegung eines alten spanischen Kriegsschiffes (vergl. Abb. 201) hervorging, hatte der Rhein hier in alten Zeiten schon einmal seinen Lauf gehabt. Die Schiffbrücke im Büdericher Canal wurde um 200 m stromab verlegt und verlängert. Das rechtsseitige Vorland am Büdericher Canal wurde so weit abgegraben, dass noch ein 50 bis 68 m breites

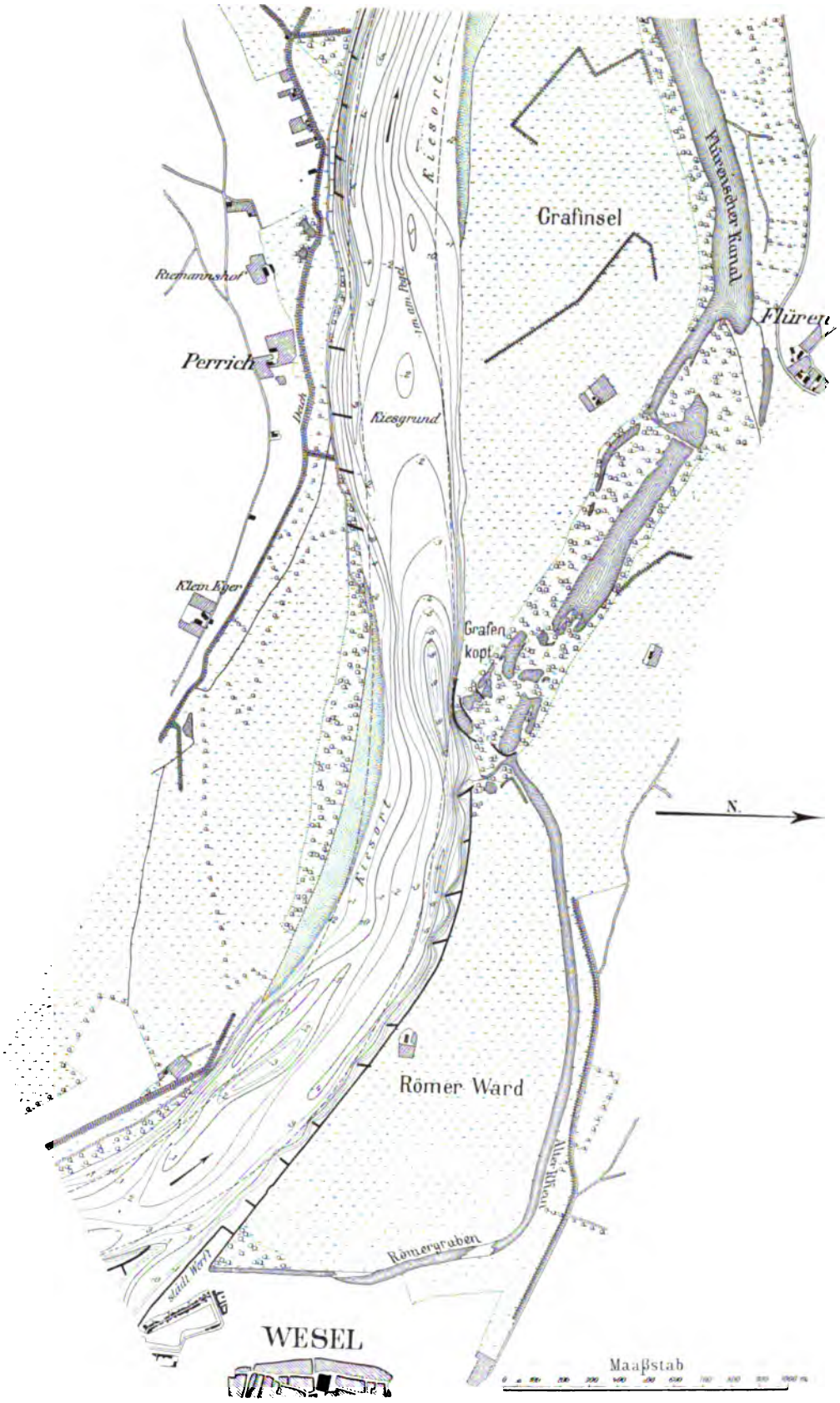


Abb. 205. Die Stromstrecke unterhalb Wesel im Jahre 1874, mit Tiefenlinien nach der Aufnahme von 1860.

Fluthbankett entstand, das von + 2,50 bis + 2,80 m Weseler Pegel landwärts anstieg. Für diese Ausführungen, die eine Ausbildung des Büdericher Canals zum Hauptstromarme zum Zweck hatten, war die Bewegung von 955210 cbm Boden erforderlich. Der alte Rhein wurde oberhalb der Lippemündung durch eine in Höhe von + 4 m Weseler Pegel gelegte Coupirung (Abb. 202) abgeschlossen, um eine Verlandung des oberen Theils des Altrheins zu befördern. Unterhalb der Coupirung wurde ein 20 m breites Sturzbett aus Senkfaschinen hergestellt. Die Arbeiten sind von 1893 bis 1895 ausgeführt und haben im ganzen 840529,74 Mark gekostet, die sich folgendermaassen vertheilen:

1. Verbreiterung des Büdericher Canals und Anlage eines Fluthbanketts 718122,03 Mark
2. Herstellung der provisorischen Chaussee auf der Büdericher Insel . 4761,— „
3. Herstellung der Coupirung . . . . . 20676,93 „
4. Herstellung der beiderseitigen Landstrassen, Verlängerung und Verlegung der Schiffbrücke . . . . . 96969,78 „

Zusammen 840529,74 Mark.

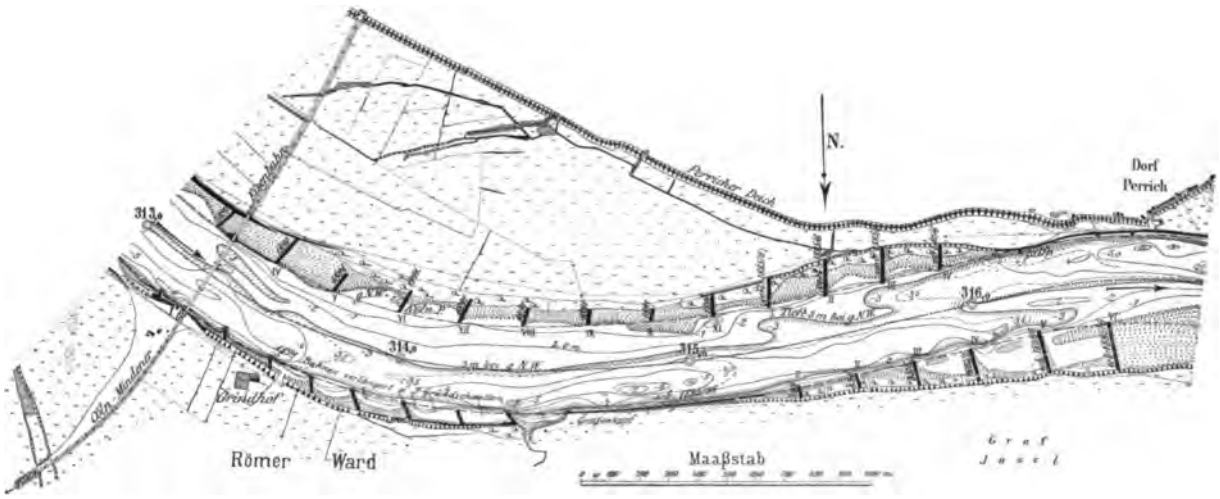


Abb. 206. Der Rhein unterhalb Wesel im Jahre 1896.

Durch diese Regulirung des Büdericher Canals ging der frühere Brückenhafen an der unteren Spitze der Büdericher Insel (vergl. Abb. 200) verloren, welcher zur Aufnahme der Schiffbrücke zu Eis- und Hochwasserzeiten diente. Ein Ersatz war nothwendig. Dieses geschah durch den Ausbau des unteren Theiles vom Weseler Altrhein. Die localen Verhältnisse gestatteten es, dem neuen Hafen eine solche Ausdehnung (80 m Breite und über 500 m Länge) zu geben, dass er zugleich als Sicherheitshafen dienen konnte, was für die Rheinschiffahrt um so erwünschter war, als auf der 70 km langen Strecke Ruhrort—Emmerich ein derartiger Zufluchtsort nicht bestand. Der Lippe wurde ein besonderes Strombett nebst Fluthbankett bis zur Mündung in den Rhein geschaffen und die dabei gewonnene Erdmasse zur Anschüttung eines hochwasserfreien Hafenschutzdeiches verwendet. Die Lippe und das Lippefluthbankett wurden in Eisenconstruction überbrückt. Die Arbeiten wurden von 1894 bis 1896 ausgeführt und haben 745229,09 Mark erfordert, wovon 170000 Mark aus Cap. 7 Tit. 17 bestritten sind (vergl. Abb. 203).

Durch diese grundlegende Umgestaltung der ganzen örtlichen Verhältnisse ist, soweit sich bis jetzt übersehen lässt, den früheren Uebelständen abgeholfen. Allerdings waren die Kosten

sehr hohe, aber der Localschiffahrt Wesels, der Lippeschiffahrt und der durchgehenden Rheinschifffahrt ist freie Bahn geschaffen und der Grund für eine weitere günstige Entwickelung gelegt worden.

15. Die Römer-Ward am rechten Ufer **unterhalb Wesel** (Abb. 205) hatte seit dem 1763 erfolgten Abschlusse des Flürener Canals und der zu Anfang des 19. Jahrhunderts erfolgten Coupirung des Römergrabens fortgesetzten Abbruch erlitten. Auch die von 1815 bis 1826 davor angelegten acht Buhnenköpfe verhinderten dies nur wenig, so dass oberhalb der alten Abzweigung des Flürener Canals am rechten Ufer eine tiefe Uferbucht entstanden war, während am oberen Ende der Grafinsel der „Grafenkopf", der immer befestigt war, scharf in den Strom vorsprang. Vor dem Grafenkopf hatten sich Tiefen bis zu — 14 m Weseler Pegel gebildet. Nicht viel geringer waren die Tiefen in der Uferbucht oberhalb desselben. Andererseits trat vom linken

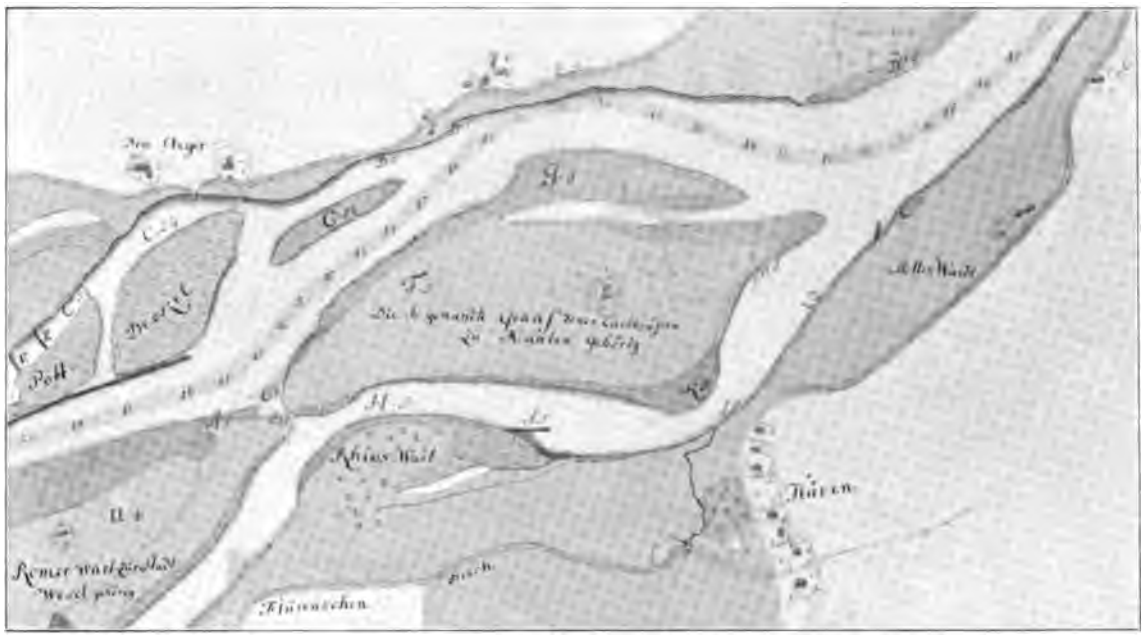


Abb. 207. Die Stromspaltung bei Flüren im Jahre 1728
(nach der Stromkarte von Foris).

Ufer aus der Kiesort immer weiter in den Strom vor, so dass die Durchfahrt durch die beiden linksseitigen Oeffnungen der neuen Weseler Eisenbahnbrücke bei Niedrigwasser verlegt war. Unterhalb des Grafenkopfes waren die Strombreiten auf dem hier liegenden Uebergange so grosse (450 m), dass es an Fahrtiefe mangelte.

Die im Jahre 1885 begonnene Regulirung dieser Stromstrecke ging zunächst darauf aus, den vorspringenden Theil des Grafenkopfes bis auf + 1,50 m Weseler Pegel abzugraben, und das neue Ufer durch ein Deckwerk zu befestigen. Auf dem unterhalb des Grafenkopfes gelegenen Stromübergange wurde die Fahrrinne in 200 m Breite bis auf — 2,30 m Weseler Pegel ausgebaggert und die Strombreite mittels sechs neuer Buhnen an der Grafinsel und Verlängerung der gegenüber liegenden vier Buhnen am linken Ufer auf 300 m eingeschränkt. Gebaggert wurden dabei 90 035 cbm Kies, an Steinen sind 11 087 cbm angeliefert. Die Arbeiten wurden im Jahre 1886 beendet und kosten 256 317,10 Mark.

Daran anschliessend ist im Jahre 1891 auch die Strecke an der Eisenbahnbrücke regulirt worden, indem eine Fahrrinne von 160 m Breite bis auf — 2,70 m Weseler Pegel gebaggert wurde, wodurch die beiden rechtsseitigen Oeffnungen der Brücke der Schiffahrt voll zugänglich wurden. Am linken Ufer sind elf Buhnen erbaut und dadurch blieb die äusserste linke Oeffnung der Brücke für Niedrigwasser geschlossen, während die vorletzte Oeffnung am linken Ufer der Flossfahrt eröffnet wurde. Am rechten Ufer wurden sieben Grundschwellen zur Sicherung des Ufers gegen weiteren Abbruch aus Steinschüttung hergestellt und die alten Buhnen bis zur Correctionslinie verlängert. Gebaggert wurden 86 000 cbm, an Steinen wurden 14 150 cbm geliefert. Die Kosten der Ausführung betrugen 148 754,12 Mark (vergl. Abb. 206).

16. Auch die untere **Mündung des Flüren'schen Canals** bot grosse Unregelmässigkeiten. Grosse Strombreiten in der Mündung selbst und die weit vorspringende Deichecke vor Lippmannshof waren zu schroffe Extreme, als dass hier eine gleichmässige Sohlengestaltung möglich gewesen wäre. Am linken Ufer vor Willichshof war der Werricher Schaardeich 1834 zurückgelegt, nachdem er seit 1781 wiederholt vergeblich gedeckt war. Die beiden Deichvorsprünge,

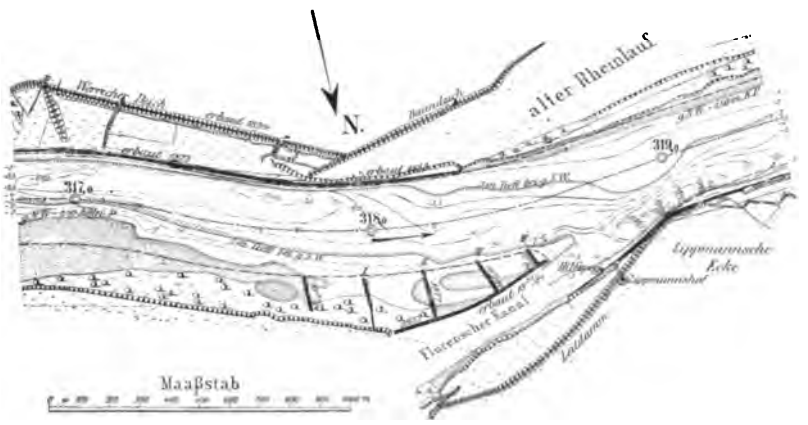


Abb. 208. Die Einmündung des Flürenschen Canals, Zustand im Jahre 1896.

welche hier heute noch nahe an den Rhein herantreten, sind Reste des alten Banndeiches; das Verbindungsstück beider fällt in den Rhein. Das Ufer vor der Werricher Ward ist im Jahre 1853 (5400 Mark) und am Werricher Ufer im Jahre 1873 befestigt worden (10 500 Mark). Im Jahre 1877 ging man an den Ausbau der unteren Spitze der Grafinsel. Da hier noch ein letzter Rest der Coupirung, welche bei Herstellung des Bislicher Durchstiches im Jahre 1703 an der Bislicher Rose quer durch den Flüren'schen Canal hergestellt, dann aber mehrfach durchbrochen als Buhne I erhalten war (vergl. Abb. 210), so wurde zunächst ein Stück des Richtwerkes mit Buhne II erbaut (44 906 Mark). Im Jahre 1880 wurden an der Lippmannschen Ecke vier Grundschwellen zur Verbauung der grossen Tiefen geschüttet und im Jahre 1881 das lange Richtwerk in der Mündung fertig gestellt mit zwei quer anschliessenden Buhnen, die den Strom auf 300 m Breite einschränkten. Der Rest der alten Coupirung, die alte Buhne I, die stark abgelaufen war, wurde wieder hergestellt. Die Beendigung der Arbeiten zog sich bis 1884 hin (vergl. Abb. 208). Die Kosten betrugen 104 656,08 Mark.

Die Arbeiten haben im allgemeinen den Erwartungen voll entsprochen; die Buhnen sind gut verlandet, die Fahrrinne hat sich gleichmässiger ausgebildet, wenn auch naturgemäss an der Lippmannschen Deichecke selbst einstweilen noch grosse Tiefen verblieben sind. Der

an der Lippmannschen Ecke vorspringende Deich ist kein Banndeich, sondern nur ein beim Bislicher Durchstich 1790 hergestellter Leitdamm. Oberhalb Lippmann war er allerdings früher Banndeich, wurde aber bereits 1781 als solcher aufgegeben und zurückverlegt, wozu auch von holländischer Seite beigesteuert wurde, da der rechtsseitige Deich von Flüren ab das Terrain bis weit ins holländische Gebiet hinein schützt. Auch der Leitungsdeich an der Bislicher Fähre bei Marwick wurde bei Herstellung des Bislicher Durchstiches ausgeführt als

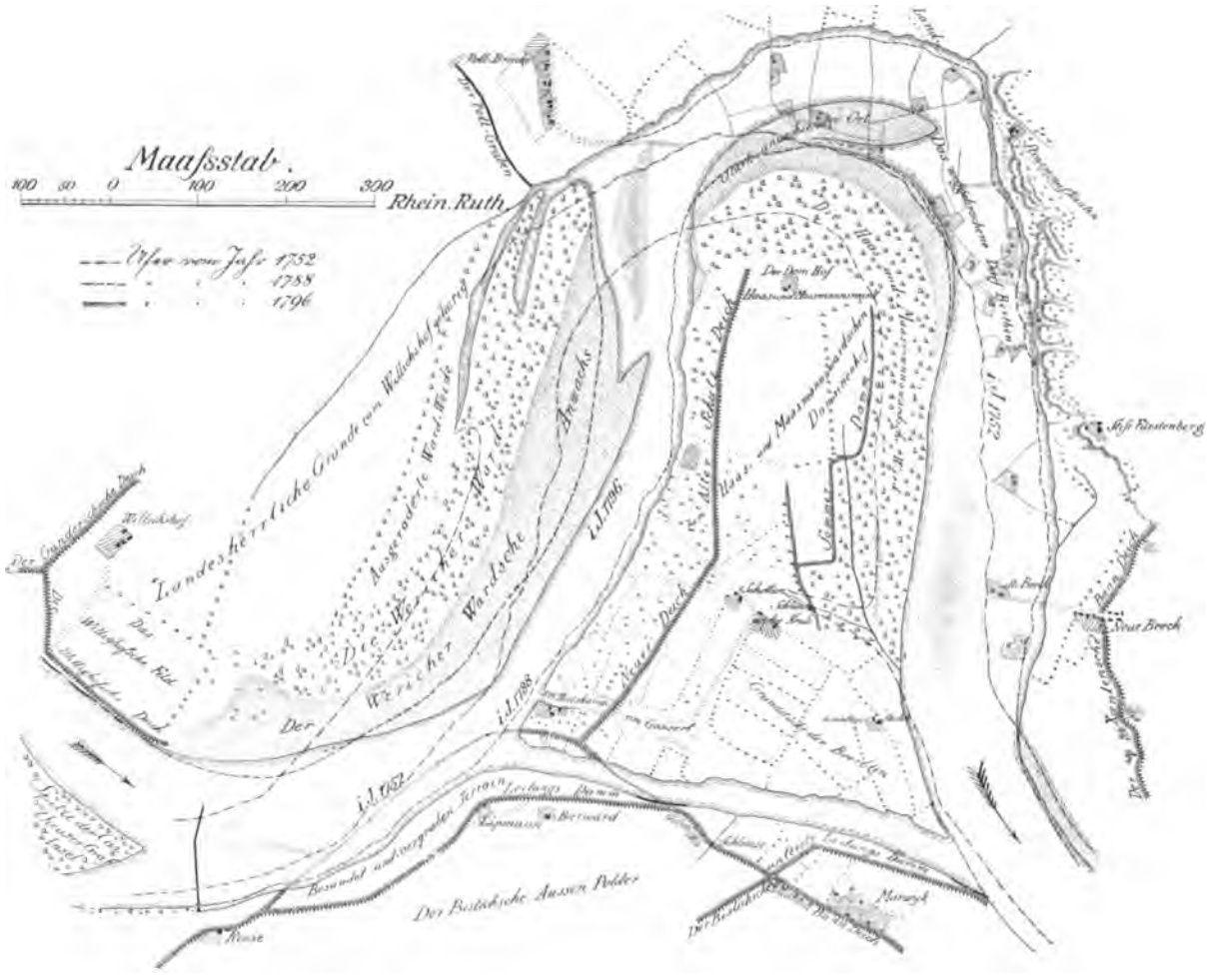


Abb. 209. Die Stromstrecke bei Bislich in den Jahren 1752, 1788 und 1796 (nach Eversmann).

Sicherung für den dahinter liegenden Bislicher Banndeich. Die Sicherung der Lippmannschen Ecke hat fortdauernd grosse Arbeiten erfordert und den Unterhaltungsfonds besonders in den vierziger und fünfziger Jahren sehr in Anspruch genommen.

17. Von der Lippmannschen Ecke bis zur Fähre an der Beek reicht die Strecke des eigentlichen **Bislicher Canals,** dessen Durchstich im Jahre 1788 und 1789 in 12 m Breite bis + 5' (1,60 m) am Pegel erfolgte (vergl. Abb. 209). Schon 1792 hatte er den Hauptstrom aufgenommen, während der alte um die Haas- und Maasmannsward herum ziehende Birtener

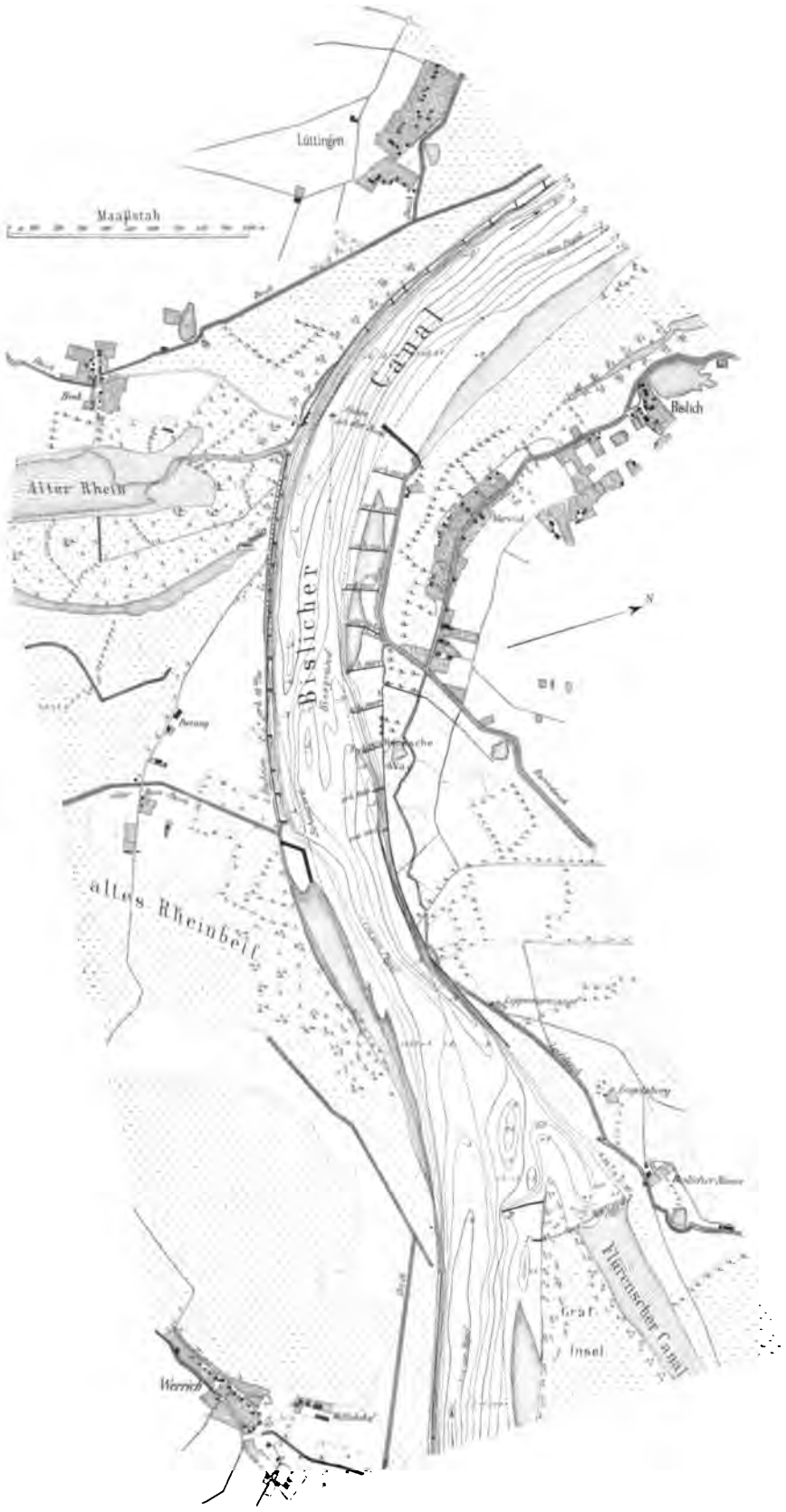


Abb. 210. Der Bislicher Canal im Jahre 1874, mit Tiefenlinien von 1860.

Stromarm schnell verlandete. Der Durchstich erweiterte sich schnell, besonders am linken Ufer, so dass hier 1823 bis 1826 bereits sechs Buhnenköpfe angelegt wurden, um dem Abbruch ein Ziel zu setzen. Doch diese Arbeiten nutzten wenig, so dass 1849 die untere Hälfte unterhalb der sechsten Buhne und 1851 die obere Hälfte bis zur sechsten Buhne der zwischen dem alten Banndeich und der Mündung des Altrheins gelegenen Uferstrecke durch massive Steindeckwerke gesichert werden musste (21 000 Mark). Auch der Leinpfad auf letzterer Strecke bedurfte 1853 besonderer Befestigung (7500 Mark). Als man das linke Ufer gesichert glaubte, wurde vom rechten Ufer aus der Mittelsand, der vor der Fähre lag, an das Ufer angeschlossen und das rechte Ufer in den Jahren 1864 und 1865 mit neun Stück Buhnen vorgeschoben (Abb. 210). Dabei wurden zwei verschiedene Correctionslinien festgestellt, einerseits für Nr. VI (+ 1,90 m) am Pegel, andererseits für Nr. IX (+ 2,80 m) am Pegel. Die Buhnen hatten also je zwei Köpfe, deren einer auf + 1,90 m am Pegel den Strom bis zu 280 m einschränkte, während der andere auf + 2,80 m am Pegel bis zu 50 m von dieser Correctionslinie zurücktrat. Diese Werke verlandeten ziemlich

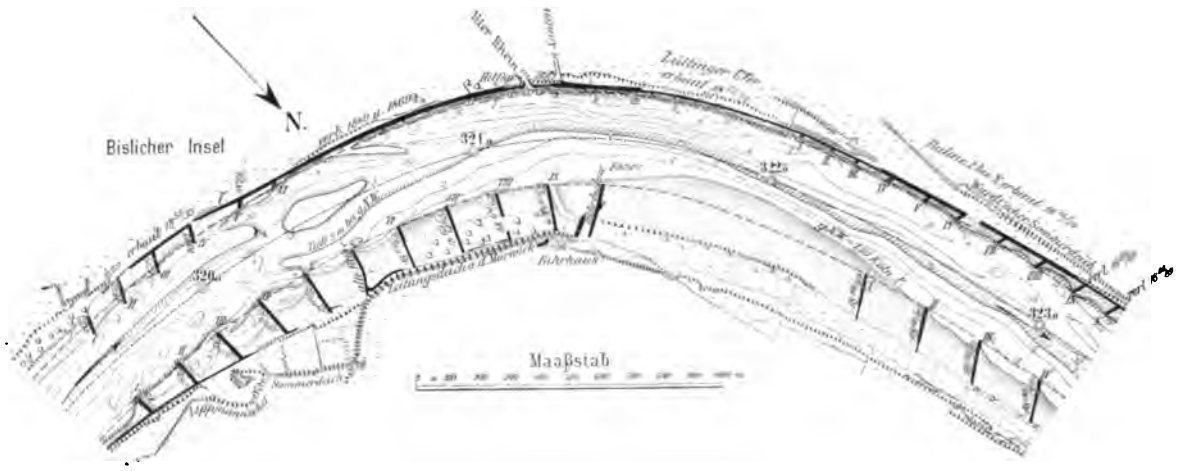


Abb. 211. Der Rhein bei Bislich im Jahre 1895.

rasch. Damit war aber eine Vermehrung der Tiefe am linken Ufer verbunden, so dass im Jahre 1869 hier elf Böschungsköpfe, deren Krone 3,80 m breit und in 1 : 4 geneigt war, in Abständen von je 75 m angelegt werden mussten (14 958 Mark), um das Ufer vor Unterspülung sicher zu stellen. Auf dem Stromübergange selbst war aber durch die Regulirung keine ausreichende Besserung geschaffen, da sich ein breiter flacher Rücken von der Werricher Ward zu den am rechten Ufer liegenden Werken hinzog. In der gekrümmten Strecke war die Einschränkung zu stark, auf dem Uebergange zu gering. Es wurde daher auf dem Uebergange im Jahre 1875 eine 30 m breite Rinne durch den Kiesrücken hindurchgebaggert und am linken Ufer die Böschungsköpfe I bis V zu Buhnen ausgebaut, um so auch hier den Strom auf 280 m Breite einzuschränken (94 720,18 Mark).

In der gekrümmten Strecke wurde, nachdem schon im Jahre 1881 ein Einriss am linken Ufer dicht oberhalb der Becker Fähre unter Aufwendung von 3108,52 Mark ausgebaut und das Ufer neu befestigt war, eine Erweiterung der Strombreite am rechten Ufer nothwendig. Die Fährbuhne hatte sich hier unter Ausnutzung der Verlandungen allmählich so weit vorgeschoben, dass der Strom nur noch 230 m Breite besass. Im Jahre 1889 wurde deshalb die Fährbuhne

zurückgelegt und auch die übrigen Buhnenköpfe in ihren auf + 1,90 m am Pegel liegenden Theilen aus Unterhaltungsfonds so weit abgebrochen, dass überall die Strombreite von 300 m, wie solche als Normalbreite festgesetzt war, erreicht wurde. Die Fahrrinne wurde durch Baggerung auf 150 m Breite bis zur normalen Tiefe hergestellt. Zugleich mit diesen Arbeiten wurde auch der Kiesort, welcher sich der Lippmannschen Ecke gegenüber angesammelt hatte und der Schiffahrt grosse Schwierigkeiten bot, so weit fortgebaggert, dass eine 150 m breite Fahrrinne geschaffen wurde (Abb. 211). Um ferner auf eine bessere Ausbildung des Stromes auf dem Uebergange zwischen Lippmann und Beek hinzuwirken, wurden die rechtsseitigen Buhnen Nr. II bis VI verlängert, so dass die Strombreite hier zur Zeit nur 270 m beträgt. Am unteren Ende der Grafinsel wurde den dort bestehenden Buhnen Nr. I bis IV noch eine fünfte Buhne (Nr. 0) hinzugefügt (Abb. 208). Gebaggert sind im ganzen 98296 cbm, wovon 12000 cbm zu den Strombauwerken und der Rest zu Anschüttungen an der Bislicher Ward und am Grafenort verwendet sind. An Steinen sind 8930 cbm zur Anlieferung gekommen. Die Kosten der Ausführung betrugen 106419,66 Mark.

Es liegt in den natürlichen Verhältnissen, wenn auch mit diesen Arbeiten ein vollständig befriedigender Zustand noch nicht erreicht ist. So lange das Hochwasser einerseits durch den Flüren'schen Canal, über den Werricher Flügeldeich und über das Ufer der Maasmannsward zum Xantener Altrhein hin wesentliche Entlastungen erfährt, während andererseits der Grafenkopf, die Lippmannsche Ecke und der Bislicher Passagedamm, den Abfluss hindernd, weit in das Hochwasserthal vorspringen, kann nicht erwartet werden, dass der Hochwasserstromstrich sich mit demjenigen bei Mittelwasser deckt. Ein bordvoller Strom wird der Grundform des engeren Stromlaufs folgend, eine andere Sohlengestaltung anstreben, als das Hochwasser mit seiner vollen Kraft in kurzer Zeit zu schaffen vermag. Das Ergebniss ist daher eine stetige Geschiebeführung des Stromes, eine stetige Umwandlung seiner Sohlenform je nach den Wasserstandsverhältnissen und für die Regulirung ein stetiges Bedürfniss, ungünstigen Sohlenbildungen durch Baggerung rechtzeitig entgegen zu arbeiten. Ist es schon im allgemeinen schwer, allein durch Mittelwasser- oder Niedrigwasserwerke dem Strome eine vollkommene Bahn zu schaffen, so wachsen im Bereich eines künstlichen Durchstiches, wo die ganze Terrainbildung sich einst unter ganz anderen Strömungsrichtungen vollzog, die Schwierigkeiten ins Unüberwindliche, wenn man sich darauf beschränken soll, nur dem Mittel- und Niedrigwasser, nicht aber auch dem Hochwasser die gerade Bahn freizugeben.

IX. Die Stromstrecke von Xanten bis zur Grenze.

Von Xanten abwärts steigerten sich die Schwierigkeiten, die der Regulirung des Stromes entgegenstanden und zum Theil noch heute entgegenstehen, immer mehr. Das bis zu 30 km breite Thalgelände des Rheins ist von einer Unzahl von Stromarmen durchzogen, die darauf hinweisen, wie der im allgemeinen uferlose Strom einstmals bald hier, bald dort seinen Weg oder wohl richtiger seine Wege genommen hat. Die Ueberreste alter Stromläufe, die vielfach noch heute erkennbar sind, verschlingen sich unterhalb Xanten netzartig dermaassen, dass es schwer fällt, vom ehemaligen Stromlaufe sich eine klare Vorstellung zu bilden (vergl. Abb. 7). Erst seitdem die alte Römerstrasse dem Rhein den Abfluss in das Thal der Maas verlegte, die Deiche am rechten Ufer den Abfluss in die Geldernsche Yssel wehrten und im Holländischen der krumme Rhein bei Wyk of Dundstede geschlossen wurde, haben wir im grossen und ganzen das heutige Bild. Einzelne Umänderungen haben sich auch noch später vollzogen. Die Durchstiche oberhalb Rees und oberhalb Emmerich stammen aus dem 17. Jahrhundert, der Bylandsche Durchstich und der Pannerdensche Canal aus dem 18. Jahrhundert, und der Griether Canal ist erst 1819 durchstochen. Erwägt man ferner, dass seit dem 13. Jahrhundert die Bewohner des Thalgeländes bestrebt gewesen sind, sich durch Anlegung und allmähliche Erhöhung von Deichen gegen Ueberschwemmung zu schützen, so dass sich heute unterhalb Xanten in ganzer Ausdehnung Deiche am Rhein entlang ziehen, so wird ersichtlich, dass hier von der natürlichen Gestalt des Stromthales nur noch wenig übrig ist. Aus den verschiedenartigsten Beweggründen ist ohne Rücksicht auf die allgemeinen Anforderungen, die zu gunsten einer geregelten Vorfluth, einer sicheren Eisführung, einer guten Schiffahrtsrinne gestellt werden müssen, Jahrhunderte hindurch von allen Seiten gestrebt worden, dem Strome Terrain abzugewinnen, und es wäre in der That wohl gelungen, den Strom ebenso wie in Holland in eine Reihe einzelner machtloser Theile aufzulösen, wenn nicht vom Grossen Kurfürsten an bis in die neueste Zeit mit aller Kraft einer Zersplitterung des Stromes entgegengetreten wäre. Noch 1703 bestanden zwischen Xanten und der holländischen Grenze zwölf grössere Stromspaltungen,

die heute wenigstens bis Mittelwasser sämmtlich beseitigt sind. Vereinigung aller Wassermassen zu einem Hauptstrome war der erste Grundsatz bei allen Strombauten früherer Zeit; seiner strikten Durchführung verdanken wir das Bestehen des Rheins in seiner heutigen Gestalt.

Das Gefälle des Stromes unterhalb Xanten ist wesentlich geringer als in der oberen Strecke. Während zwischen der Ruhr- und Lippemündung das durchschnittliche Gefälle 1:6700 betrug, ist es von Xanten bis zur Grenze nur rund 1:8000. Der Gefällwechsel macht sich ungefähr bei Xanten bemerkbar. Ob der alte Geograph Jordan van der Weyhe Recht hat, wenn er 1631 den Flürenschen Canal als altes Lippebett bezeichnete, mag hier dahingestellt bleiben. Thatsächlich führt die Lippe feineren Sand als der Rhein, und thatsächlich besteht das

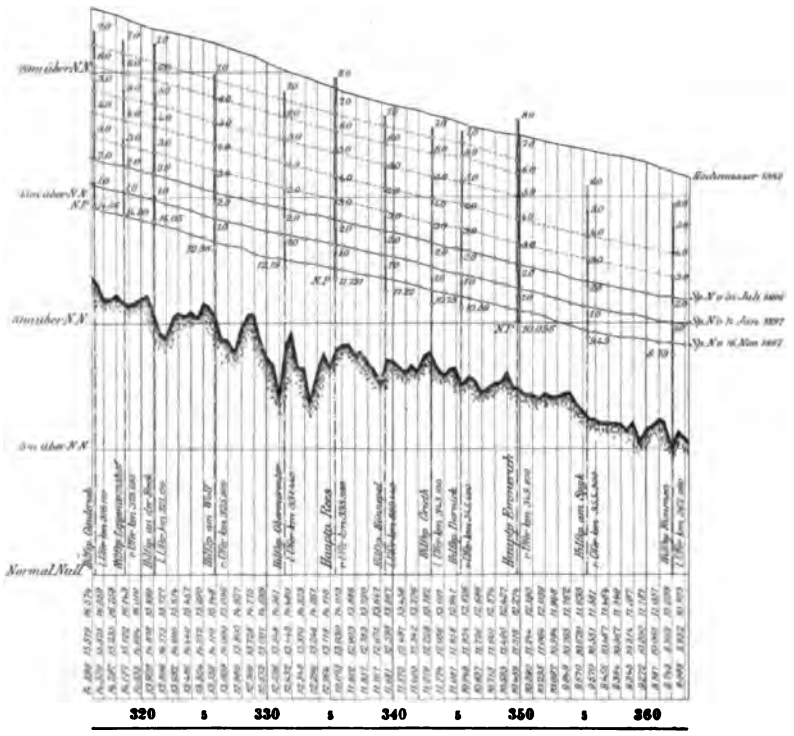


Abb. 212. Längenschnitt des Rheins von Xanten bis zur niederländischen Grenze (unter Darstellung der mittleren Sohlenhöhe bei gemitteltem Niedrigwasser).

Strombett des Rheins unterhalb Wesel aus feinerem Material wie oberhalb. Zwischen Wesel und Xanten machen sich daher bisweilen wandernde Sandbänke bemerkbar, die als regelmässige Wellen von etwa 40 cm Höhe zu Thal ziehen und als Lippesand bezeichnet werden. Möglicherweise rühren diese aber auch her von den unregelmässigen Hochwasserverhältnissen, die zwischen Wesel und Xanten durch den Bislicher Durchstich in verschärftem Maasse hervorgerufen sind.

1. Der Bislicher Durchstich wirft seinen Schatten auch noch auf die zunächst zu betrachtende Strecke **von Xanten bis Vahnum.** Vor Eröffnung des Durchstiches lag der Stromanfall am rechten Ufer. Schon hatte er im Vorlande zwei grosse lange Einrisse freigelegt, die trotz mehrfacher Coupirungen nicht zur Verlandung zu bringen waren, so dass der Bislicher Banndeich streckenweise bereits schaar lag. Die Ausführung des Durchstiches verschob diese Lage. Die Hollandsward kam auf die convexe Seite des Stromes, und der Stromanfall traf nunmehr das

linke Ufer vor Lüttingen. Seitdem brach das linke Ufer ab und das rechte verlandete, in der Mitte des Stromes bildete sich aber ein grosses Mittelfeld, das allmählich stromabwärts vorrückte. Um den Strom zu verhindern, in die alte Senkung vor dem Dorfe Lüttingen einzufallen, wurde im Vorlande ein Sommerdeich angelegt, der allerdings wiederholt gebrochen ist, bis er von 1839 ab mit Ausnahme einer kurzen befestigten Ueberlaufstrecke als hochwasserfreier Flügeldeich ausgebaut wurde. Da bei diesen Deichbrüchen der Leinpfad verloren ging, wurden wiederholt einzelne Uferstrecken durch Buhnen befestigt. Die erste durchgreifende Befestigung

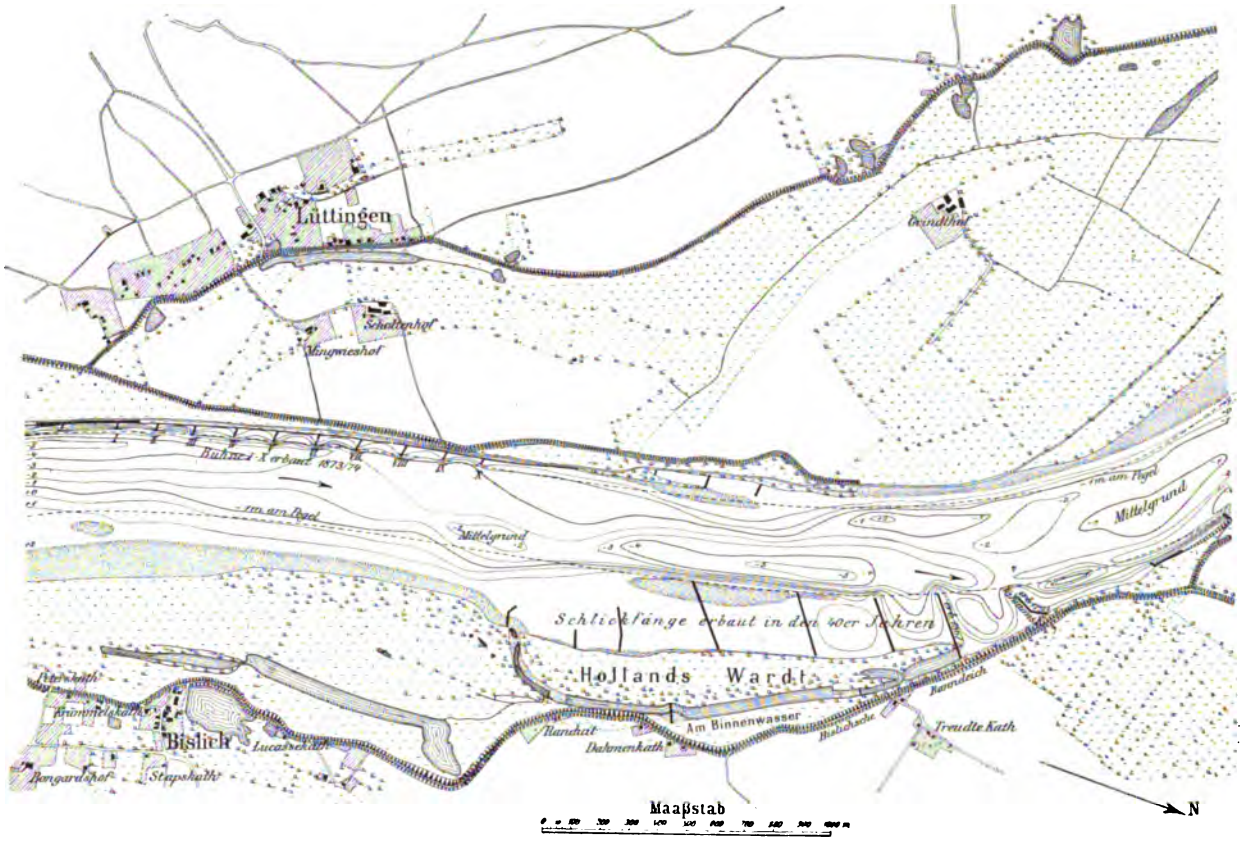


Abb. 213. Regulirung an der Hollandsward, Stand der Arbeiten im Jahre 1874, mit Tiefenlinien von 1860.

des linken Rheinufers vor Lüttingen wurde 1850 in Angriff genommen, als der Sommerdeich abermals gebrochen war. Es lagen damals sieben alte Buhnen vor dem Lüttinger Ufer und drei Coupirungen am Fürstenberger Grandort, die in den dreissiger und vierziger Jahren gebaut waren. Bis 1851 hin wurden zwei Strecken von je 750 m Länge mit Steindeckwerken versehen (36048 Mark). Unmittelbar unterhalb der Beeker Fähre sind 1871 und 1872 zur Sicherung des Ufers neun Böschungsköpfe (vergl. Abb. 22) in gleicher Weise wie oberhalb der Fähre in Abständen von 75 m vor dem Deckwerke angelegt (30101 Mark), während 1873 und 1874 daran anschliessend zehn Buhnen aus Unterhaltungsfonds hergestellt sind (Abb. 213).

Das rechte Ufer an der Hollandsward entlang bis zu der im Jahre 1793 erbauten „Vahnumskribbe“ unterlag mehr und mehr der Verlandung. Das Mittelfeld, das sich hier nach

Eröffnung des Bislicher Durchstiches gebildet hatte, konnte von der Forstverwaltung mit leichten Werken an das rechte Ufer angeschlossen und das neue Ufer selbst von der Wasserbauverwaltung in den vierziger Jahren nach und nach mit sieben leichten Werken ausgebaut werden. Im Jahre 1867 wurde am unteren Ende der Hollandsward 245 m oberhalb der Vahnumskribbe noch ein Zwischenwerk erbaut (8094 Mark), da die Buhnen sehr weit auseinander lagen. Damit wurde der Ausbau einstweilen abgeschlossen.

Die einzelnen Uebelstände, die sich noch geltend machten, waren eine starke Zunahme des rechtsseitigen Kiesortes unterhalb der Bislicher Fährrampe und die Bildung neuer Mittelfelder am „Wolf" kurz unterhalb der Vahnumskribbe, wo die Strombreite sehr gross war. In den Jahren 1888 und 1889 wurde daher die Fahrrinne in 150 m Breite bis zu normaler Tiefe durch Baggerung von 217300 cbm Kies hergestellt. Am linken Ufer wurden zum Ausbau der Correctionslinie vor dem Wardtschen Sommerdeich vier alte Buhnen verlängert und vier neue Buhnen

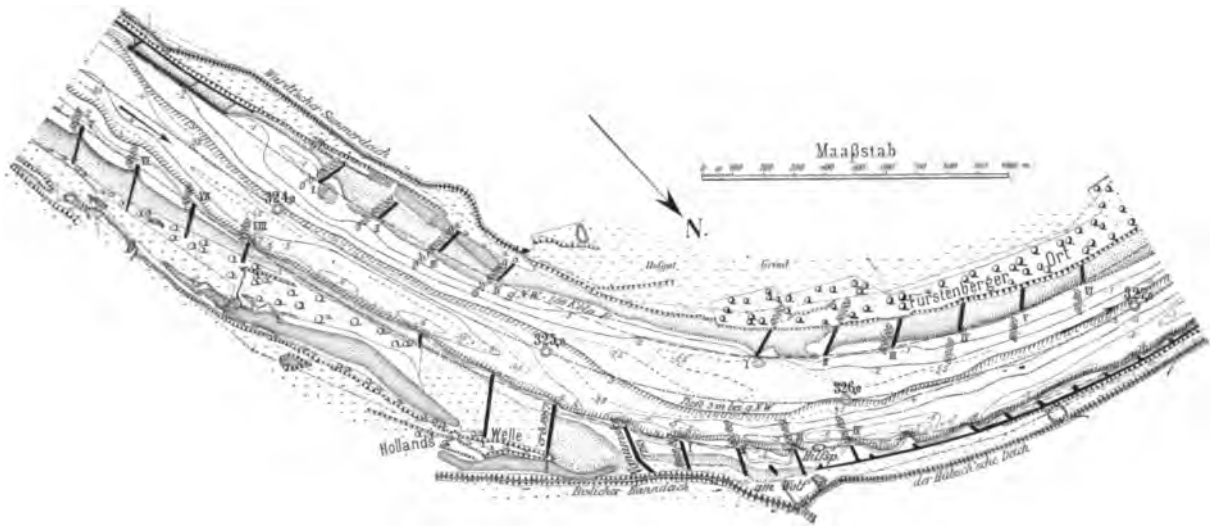


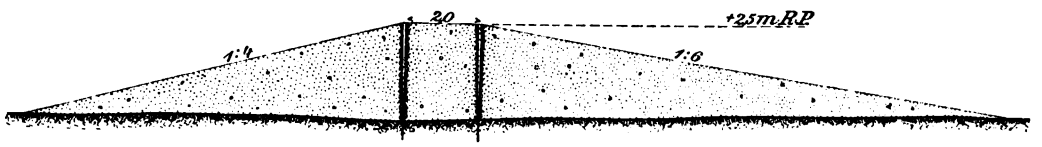
Abb. 214. Die Stromstrecke an der Hollandswelle im Jahre 1896.

erbaut, während am Fürstenberger Ort sechs neue Buhnen hergestellt wurden. Am rechten Ufer wurden oberhalb der Hollandsward acht neue Buhnen errichtet und unterhalb der ebenfalls verlängerten Vahnumskribbe vier neue Buhnen in tiefem Wasser erbaut (vergl. Abb. 214). Je nach dem Stromangriff, dem die Werke ausgesetzt waren, wurden drei verschiedene Constructionen gewählt (vergl. Abb. 215). Den Kopfböschungen wurde hier abweichend vom sonstigen Vorgehen, wo fast immer 1:4 gewählt ist, versuchsweise eine Böschung von nur 1:2½ gegeben. An Steinen gelangten 21208 cbm zur Anlieferung. Die Ausführungskosten betrugen 291293,05 Mark.

Der Erfolg dieser Arbeiten entsprach im grossen und ganzen den Erwartungen, besonders seitdem vor den steilen Buhnenköpfen des linken Ufers vor vier Jahren eine Reihe von Grundschwellen aus Unterhaltungsfonds angelegt worden ist. Vielleicht empfiehlt sich dasselbe demnächst auch vor den Buhnen des rechten Ufers am Wolf, da sich der Kiesort des linken Ufers von der unverbaut gebliebenen Lücke aus von neuem schräg in den Strom vorzuschieben beginnt, ohne indess einstweilen die Fahrtiefe zu gefährden.

2. Das rechte **Ufer am Reckerfelder Damm** vom Bislicher Dammdeich bis zum „Gold-„gräber auf dem Hübscher Grind ist im Laufe der Zeit sehr stark abgebrochen, da es starkem

Stromanfall ausgesetzt war. Schon auf den Karten von 1631 ist angegeben, dass vier Kribben, die davor angelegt wären, verschwunden seien. Die Karten von 1728 verzeichnen fünf declinante Kribben oberhalb der Hübsch. Im Jahre 1741 musste der Deich an der Hübsch zurückgelegt werden. Von 1818 bis 1829 wurden 13 inclinante Buhnen vor demselben angelegt, und 1836 lag auch bereits ein Stück Deckwerk vor dem schon vollständig schaar liegenden Deiche. Als im Jahre 1850 der Deich abermals gebrochen war, wurde 1851 ein neues Deckwerk auf 800 m Länge vor demselben angelegt (19011 Mark). Ausserdem wurden mehrere Ufereinrisse an der Hübsch verbaut (3599 und 1614 Mark). Später ist der Deich dann um etwa 100 m zurückgelegt worden, so dass jetzt ein angemessenes Vorland vorhanden ist. Am ganzen Ufer entlang liegt ein Deckwerk mit einer Reihe von Böschungsköpfen, die aus Unterhaltungsfonds hergestellt sind (vergl. Abb. 216).



Buhnen leichter Construction.

Buhnen mittlerer Construction.

Buhnen schwerer Construction.

Abb. 215. Querschnitte der 1888 und 1889 erbauten Buhnen vor dem Wardtschen Sommerdeich, am Fürstenberger Ort, am Hollandsward und Reckerfelder Damm.

3. **Die Bucht vor Vynen,** vom Vynenschen Gatt bis Obermörmter hin, hat dagegen eine ganze Reihe grösserer Bauausführungen erfordert, um den schwierigen Stromverhältnissen zu begegnen. Die scharfe Krümmung, die der Rhein hier macht, brachte einen solchen Stromanfall mit sich, dass der leichte sandige Boden keinen ausreichenden Widerstand zu leisten vermochte. „Hogh Schaar und starken Abbruch" verzeichnen hier schon die Karten von 1631. Die Deichreste, die noch heute zwischen Vynen und Obermörmter im Vorlande liegen, sind anscheinend die Reste früherer Deiche, die der Strom an der „Teufelswaay" durchbrach. Auch der neue Deich ist noch 1841 und 1855 gebrochen. Eine gewisse Entlastung trat seit 1677 ein durch Ausführung des Roendurchstiches unterhalb Obermörmter, besonders für die Strecke kurz oberhalb Obermörmter. Vor dem Vynenschen Gatt blieb indess die Gefahr bestehen, so dass die Karten von 1728 hier bereits vier declinante Kribben und ein Bleeswerk zeigen. Seit dieser Zeit ist immer wieder an der Vertheidigung des Ufers gearbeitet worden. Von 1816 bis 1825 mussten auch am Ufer von Obermörmter elf Kribben angelegt werden, da der Strom im Durchstich unterhalb hauptsächlich das rechte Ufer abgebrochen hatte und damit auch für

Obermörmter sich die Lage wieder verschlimmerte. Am Dorfe Obermörmter selbst wurde 1820 ein Deckwerk ausgeführt, ebenso oberhalb der Teufelswaay auf 340 m Länge. Auch die Buhnenintervalle wurden nach und nach mit Deckwerken ausgebaut, wobei als Beschwerungsmaterial Basaltkrotzen nothwendig waren, da der starke Strom die Ziegelsteine immer wieder fortriss.

Für die Regulirung des Stromlaufs lagen die Schwierigkeiten am oberen Ende in dem unteren Auslauf des Fürstenberger Orts, der dem Hübsch'scher Deich gegenüber bis nahe zum Vynen'schen Gatt als Schaarort in Richtung auf den Hübsch'scher Grindort weit in den Strom vortrat. Ueber diesen Kiesrücken stürzte das Wasser quer hinüber und hatte vor der Papen- und Kröpelsward bis zum Vynen'schen Gatt hin eine dicht vor dem Wardt'schen Deich sich hinziehende tiefe Mulde ausgespült. Um den Schaarort an das linke Ufer anzuschliessen, wurde 1821 am blauen Stein oberhalb der Vynen'schen Schleuse eine Verlandungskribbe erbaut, die im Jahre 1830 auf 241 m verlängert worden ist. Ferner wurde im Jahre 1837 vor Beckmanns Hof die sogenannte „Beckmannskribbe" in 56 m Länge in den Strom vorgestreckt (vergl. Abb. 21). Beide Werke hatten eine gute Verlandung zur Folge.

Da der Leinpfad aber von der am rechten Ufer liegenden Fahrrinne sehr weit ablag und das Treideln durch den aufkommenden Weidenwuchs mehr und mehr behindert wurde, kam im Jahre 1853 und 1854 der Ausbau eines Sommerleinpfades auf dem Fürstenberger Ort in 1075 m Länge vor der Papen- und Kröpelsward entlang oberhalb der vorerwähnten „Verlandungskribbe" zur Ausführung. Der Leinpfad war in der Krone 0,30 m breit und lag auf — 3,90 m Reeser Pegel. Die Verlandungskribbe, seitdem „Leinpfadskribbe" genannt, da sie die Verbindung nach dem Leinpfad auf dem Wardtschen Deiche herstellte, wurde dabei etwas verlängert und erhöht (1500 Mark). Im Jahre 1858 wurde dieser Leinpfad um rund 1400 m von der Leinpfadskribbe stromabwärts bis zur Beckmannskribbe in Höhe von + 1,90 m am Pegel als Parallelwerk fortgeführt und mit zwei neuen Traversen, der Terschlüsen- und der Wertherskribbe, ans linke Ufer angeschlossen. Die Beckmannskribbe wurde dabei bis zum Parallelwerke verlängert (68007 Mark).

Die Wirkung dieser Arbeiten auf die Ausbildung der Fahrrinne war eine sehr günstige, obwohl die Werke durch Hochwasser sehr zu leiden hatten. Im Strome bildeten sich grössere Tiefen, in den Intervallen verlandeten die grossen Tiefen sehr merkbar. Nur am unteren Ende des Parallelwerks machte sich bald die Bildung eines neuen Schaarortes bemerkbar, so dass es zur Verhütung neuer Unregelmässigkeiten nöthig wurde, unterhalb der Beckmannskribbe drei Grundschwellen als Unterbau künftiger Buhnen vorzustrecken. Die Krone der obersten Schwelle wurde 1 m unter Null, der zweiten Schwelle auf — 1,90 m, der dritten — 2,80 m am Pegel gelegt. Die Arbeiten gelangten im Jahre 1862 zur Ausführung. Dabei wurden zugleich am Parallelwerke zwischen der Wertherskribbe und der Beckmannskribbe vier Böschungsköpfe angelegt, um die Unterspülung desselben zu verhindern (30301 Mark). Um das Parallelwerk auch zum Treideln mit Pferden zugängig zu machen, wurde dasselbe in den Jahren bis 1880 und 1881 auf + 3 m am Reeser Pegel erhöht und in der Krone auf 5 m verbreitert. Auch die Beckmannskribbe wurde auf gleiche Abmessungen gebracht, die beiden Traversen erhielten zwar gleiche Höhe, aber geringere Kronenbreite (105084,82 Mark). Diese Arbeiten waren kaum beendet, als im Jahre 1880 infolge einer Eisversetzung das Hochwasser das Parallelwerk auf 180 m Länge, die zwei Traversen und die Beckmannskribbe durchbrach. Die Werke wurden 1881 und 1882 wieder hergestellt und dabei 260 m oberhalb der Terschlüsenkribbe, d. h. dicht oberhalb der Vynen'schen Durchschleuse, eine neue Traverse zwischen dem Parallelwerke und dem Banndeiche, sowie 250 m weiter oberhalb eine Traverse vom Parallelwerke zur unteren Spitze der Kröpelsward angelegt. Die Ausführungskosten betrugen 9316,73 Mark.

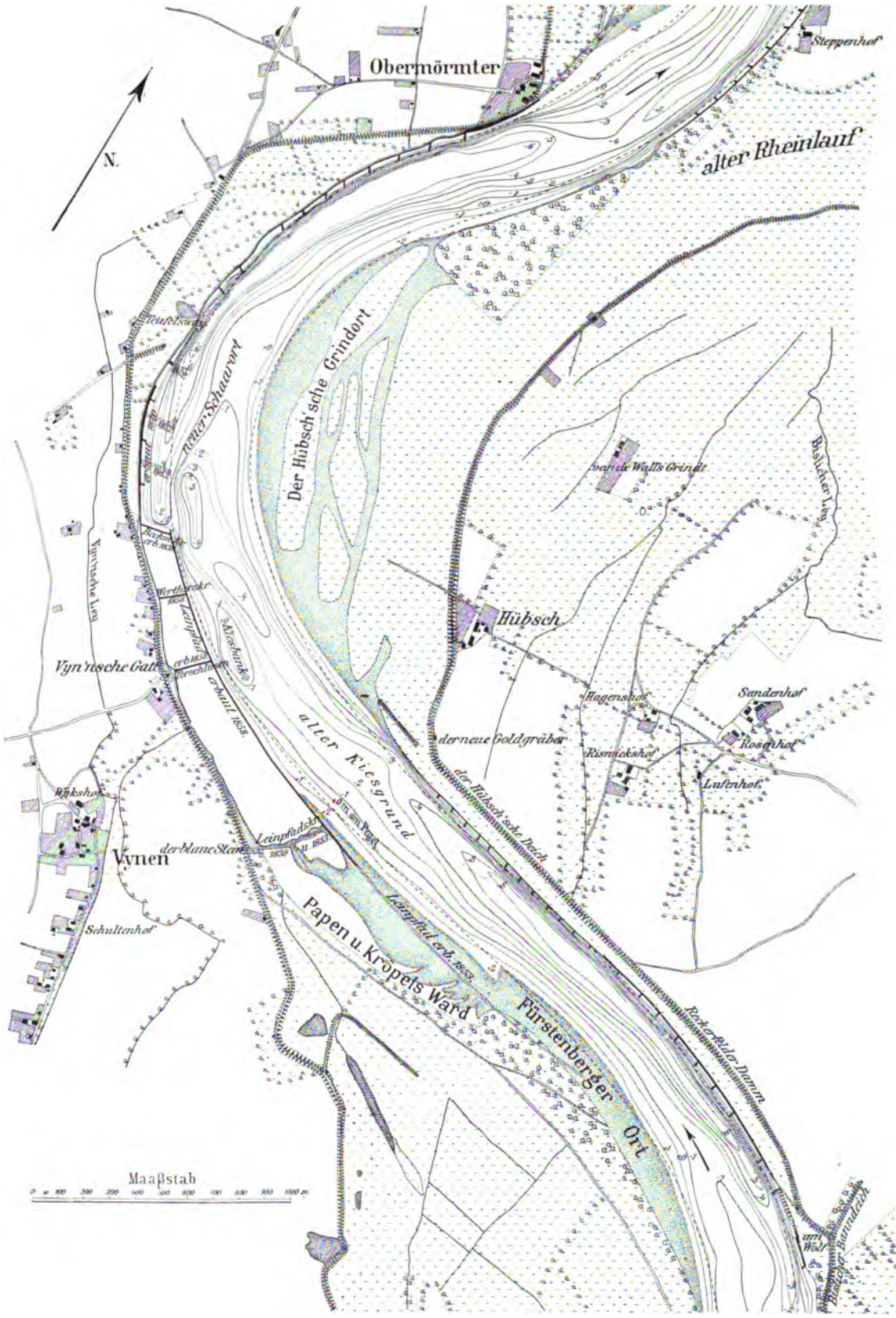


Abb. 216. Stand der Regulirungsarbeiten im Vynen'schen Gatt im Jahre 1874, mit Tiefenlinien von 1860.

War damit das Ufer vor dem Vynen'schen Gatt nach und nach festgelegt, so blieben doch die Uebelstände bestehen, dass der Strom am Ende des Parallelwerks sich plötzlich um rund 120 m verbreiterte. Demzufolge schob sich der Hübsch'sche Grindort immer weiter in den Strom vor, und vor dem Ufer von Obermörmter nahmen die Tiefen zu. Auch in der Länge des Parallelwerks selbst waren die Strombreiten zu gross, da das Parallelwerk früher auf die Kuppe des Mittelsandes gesetzt war. Zufolge der guten Führung, die das Parallelwerk dem Strome bot, hatten sich vor demselben bereits grössere Tiefen ausgebildet, während es auf dem Uebergange oberhalb daran mangelte. Um diesen Uebelständen gründlich abzuhelfen, sind von 1891 bis 1895 dann vor dem Parallelwerke acht Buhnen erbaut, die den Strom einschränken und die Strömung vom Parallelwerke abhalten sollten; das Parallelwerk selbst wurde um 700 m verlängert und auf dieser Strecke mit drei neuen Traversen ans Ufer angeschlossen; unterhalb des Parallelwerks wurden zur Verbauung der grossen Tiefen fünf Grundschwellen aus Steinschüttung

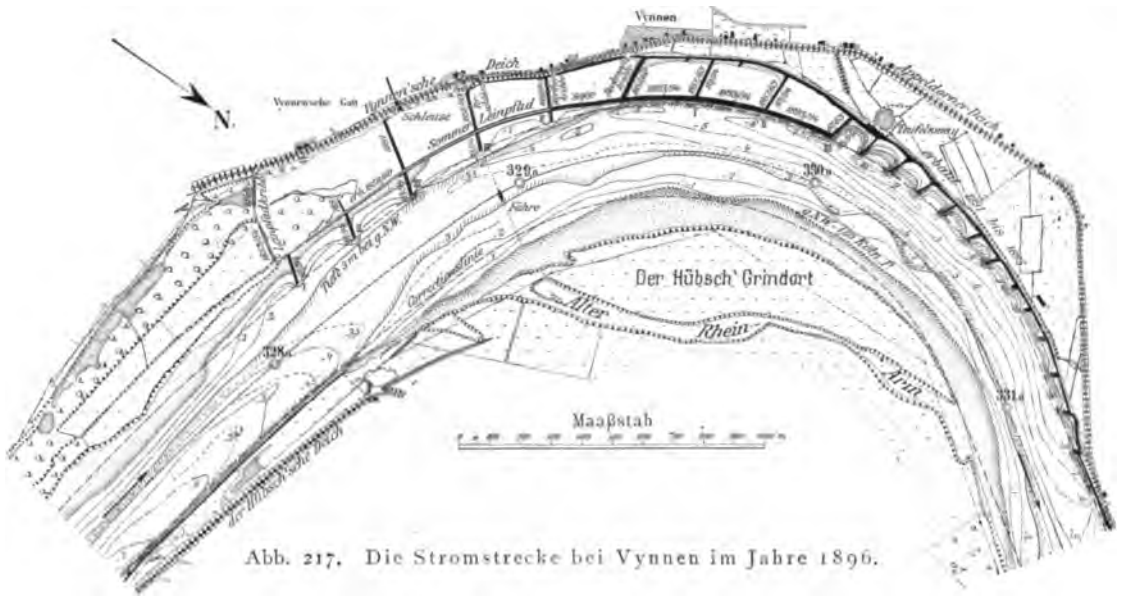


Abb. 217. Die Stromstrecke bei Vynnen im Jahre 1896.

vor den alten Buhnen unter Normalsohle angelegt (vergl. Abb. 217). Die Fahrrinne wurde in normalen Abmessungen von 150 m Breite bis zu $-2{,}20$ m Reeser Pegel durch Baggerung hergestellt. Gebaggert wurden 264956 cbm Boden, an Steinen sind 3180 cbm Pflastersteine und 28900 cbm Basaltsteine geliefert worden. Die Ausführungskosten betrugen 304342,36 Mark.

Seit Ausführung dieser Arbeiten haben sich die Tiefen sowohl auf dem oberen Uebergange, wie auf dem bei Obermörmter gelegenen Uebergange gebessert, so dass für die Schiffahrt zur Zeit hier keine Hindernisse mehr bestehen. Am Ufer von Obermörmter herrscht allerdings auch heute noch eine sehr unregelmässige Strömung voller Wirbel und dem Grindort von Hübsch ist ein weiteres Vordringen auch jetzt noch nicht verschlossen, so dass es in absehbarer Zeit hier vielleicht zu neuen Schwierigkeiten führen kann.

4. **Der Reeser Durchstich** erlitt schon bald nach seiner 1677 erfolgten Fertigstellung weit stärkeren Abbruch am rechten Ufer wie am linken. Angaben von 1726 zufolge soll der Durchstich nur 18 Fuss Sohlenbreite gehabt haben, die Tiefe der Ausgrabung wird nicht gemeldet. Schon 1690 lag das rechte Ufer in starkem Abbruch, und die Karten von 1728 verzeichnen hier eine Reihe von Kribben (Abb. 218). Die Vertheidigung des Reeser Eilandes und die Schliessung des

oberen Einlaufs zum Reeser Altrhein hatten lange Jahre hindurch den Gegenstand vieler Arbeiten und Mühen gebildet. Das letztere war gelungen durch die lange „Bresser'sche Enclavirung". Die Vertheidigung des Ufers hatte dagegen manchen Misserfolg zu verzeichnen. Der „grosse Sandhoff" musste 1819 abgebrochen werden, ebenso bald nachher der Hillewardshof und die

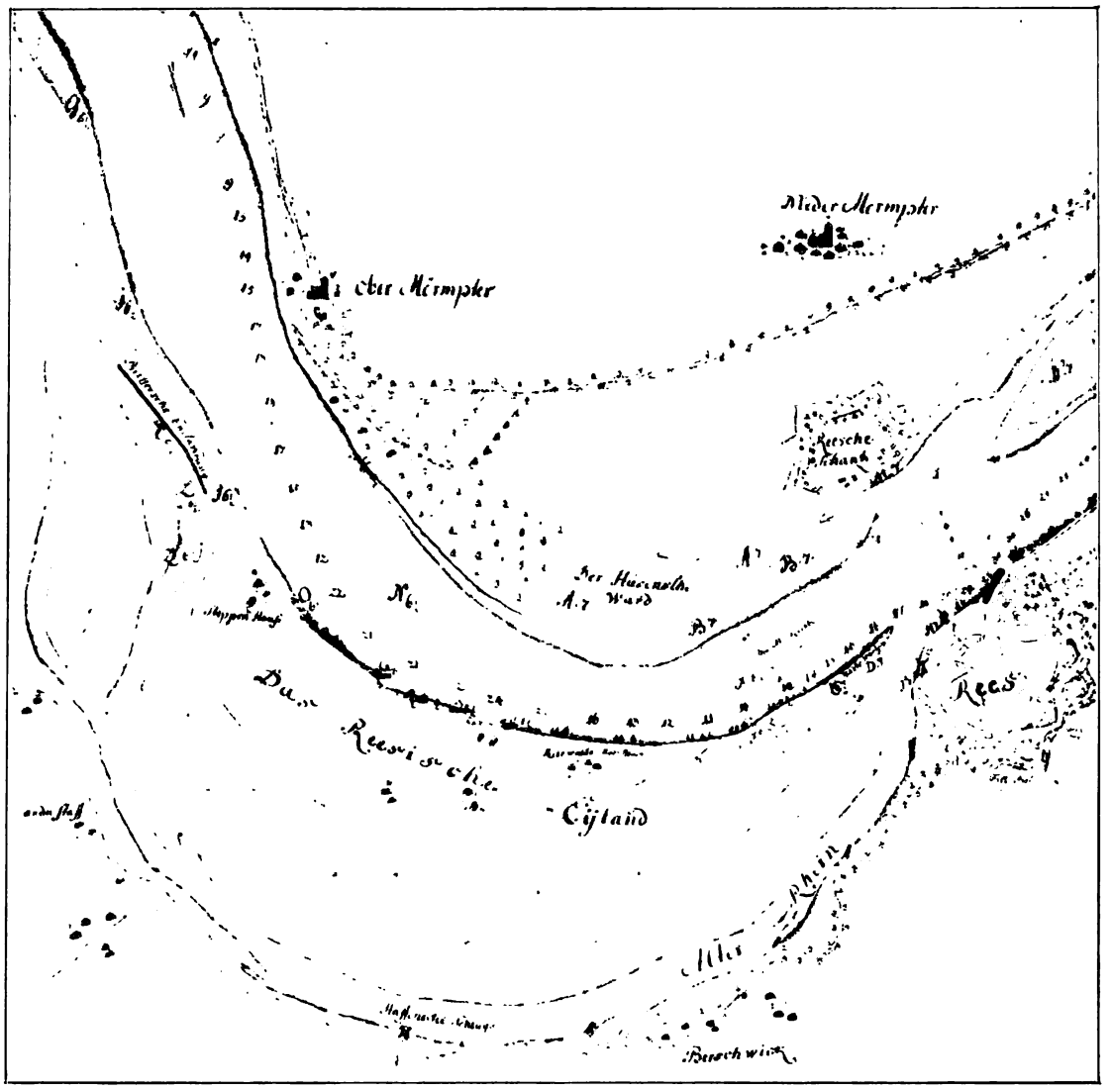


Abb. 218. Der Reeser Canal im Jahre 1728
(nach der Stromkarte von Foris).

grosse Kath, obwohl das Ufer durch 13 Buhnen gedeckt war. 1844 war das Ufer durch 11 Buhnen vertheidigt, brach aber doch von Jahr zu Jahr weiter ab. War der Durchstich seiner Zeit angelegt worden, um die Stadt Rees vor sicherem Untergange zu bewahren, so war die Lage nahezu wieder dieselbe wie früher, denn oberhalb der Stadt Rees hatte sich von neuem eine tiefe Uferbucht gebildet, und ein Durchbruch in den Altrhein lag nicht mehr fern.

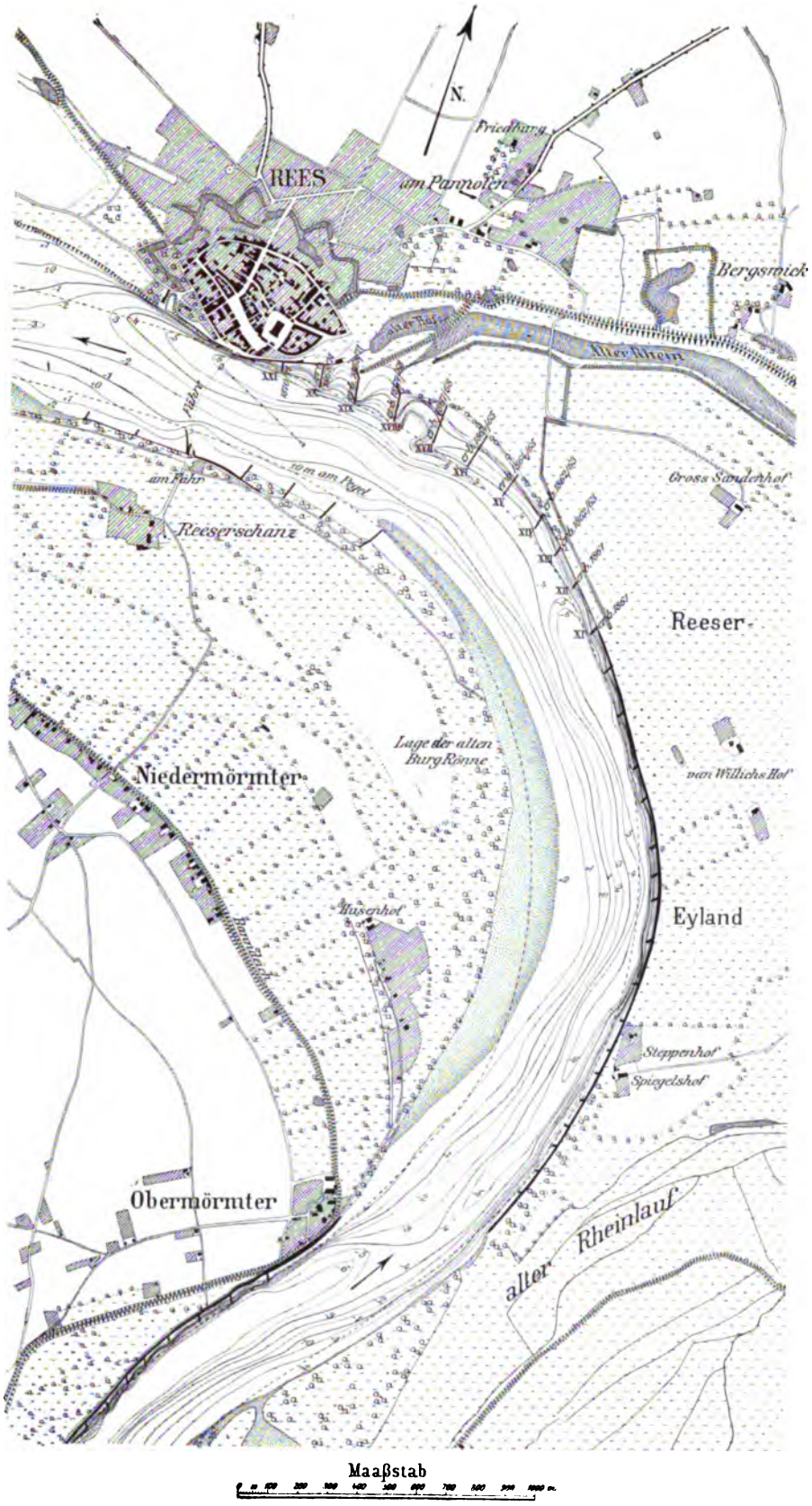


Abb. 219. Die Stromstrecke von Obermörmter bis Rees im Jahre 1874, mit Tiefenlinien von 1860.

Die Uferdeckungen vor dem Reeser Eiland zwischen den Buhnen, die durch Faschinen und Steinbewurf in den Jahren 1846 (16500 Mark), 1847 (36000 Mark) und 1848 (9600 Mark) ausgeführt wurden, sowie die vor der Stadt Rees im Jahre 1848 hergestellten Uferdeckungen (2840 Mark), die im Jahre 1849 und 1850 angelegten fünf flachen Böschungsköpfe im tiefen Wasser (15900 Mark) und die im Jahre 1851 bis 1852 erbauten weiteren acht flachen Böschungsköpfe (13800 Mark) brachten den Abbruch zuerst zum Stillstand.

Im Jahre 1861 wurde dann der Ausbau der tiefen Bucht oberhalb Rees mit langen Buhnen in Angriff genommen (vergl. Abb. 219). Buhne Nr. XI und XII wurden 1861 erbaut bei 24 Fuss (7,50 m) Bauhöhe (11995 Mark), Buhne XIII und XIV im Jahre 1862 und 1863 (42000 Mark), Buhne XV und XVI im Jahre 1864 und 1865 bei 20 Fuss Bauhöhe — letztere war 117 m lang — (47998 Mark), Buhne XVII und XVIII in den Jahren 1867 und 1868 (54277 Mark) und Buhne XIX und XX von 1868 bis 1870, letztere beiden jedoch zunächst nur in Form von Grundschwellen in der Höhe von —2,80 m am Pegel und in 7,50 m Kronenbreite (35958 Mark), während 1870 und 1871 die Buhnen XIX und XX ausgebaut wurden (41962 Mark). Für Buhne XXI wurde 1870 der Grundbau gelegt (20636 Mark) und 1871 der Aufbau bis zur Vollbuhne ausgeführt (20094 Mark).

Mit Beendigung dieser Arbeiten war die Regulirung dieser Strecke abgeschlossen und hat es seitdem nur der Unterhaltung der vierfachen Kopfböschungen bedurft, da diese der grossen Tiefen wegen von Eisgang und Hochwasser sehr zu leiden hatten.

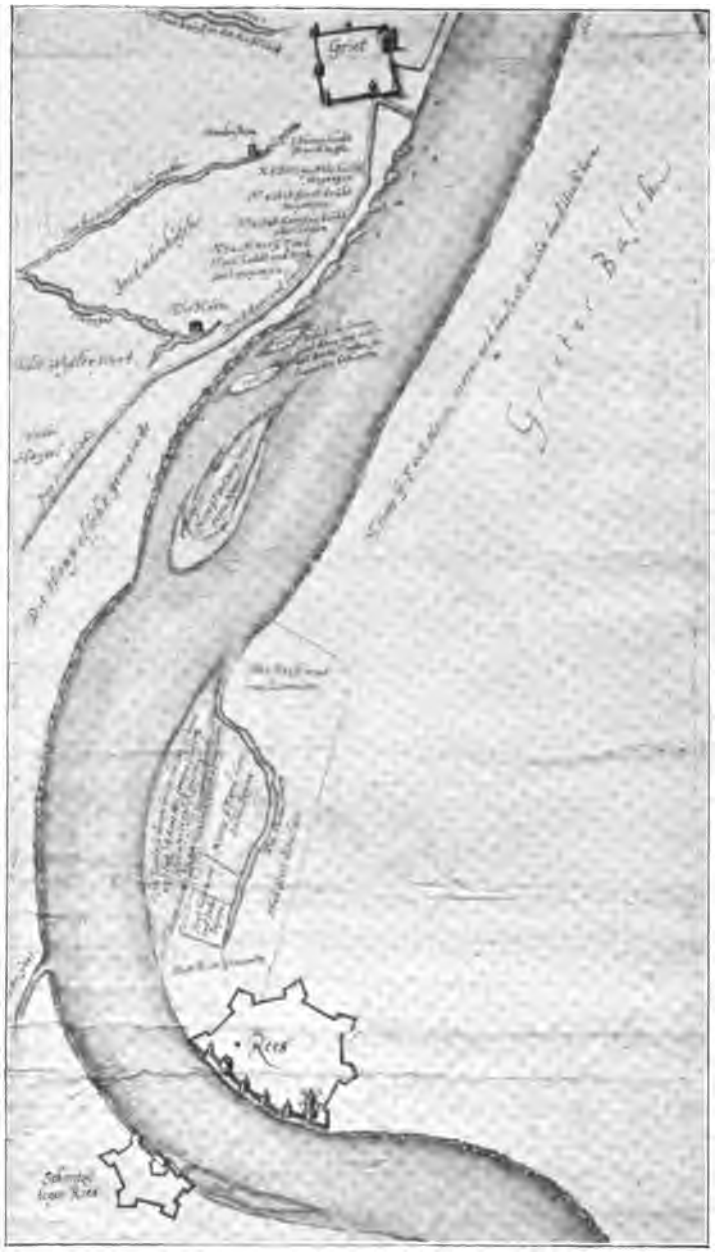


Abb. 220. Die Stromstrecke von Rees bis Grieth im Jahre 1631 (nach den Karten von Jordan von der Weyhe).

5. Auch die Strecke **von Rees bis Grieth** hat mannigfachen Wechsel erlitten. Die alten Karten von 1631 (vergl. Abb. 220) verzeichnen, der damaligen Richtung des Stromlaufs ent-

sprechend, am linken Ufer vor Niedermörmter und Hönnepel starken Abbruch, am rechten Ufer unterhalb Rees dagegen Verlandung. Umgekehrt ist der Sachverhalt nach Ausführung des Reeser Durchstiches auf den Karten von 1728 (vergl Abb. 221); hier finden wir am Reeser Ufer eine Reihe von Kribben angelegt. Je mehr der Strom dann aber oberhalb Rees in das Reeser Eiland einbricht, desto mehr wird unterhalb Rees das rechte Ufer wieder entlastet, und wir sehen hier dann bald die Reeser Welle auftauchen, während am linken Ufer vor Hönnepel und Kaninendyk das Ufer stark zurückbricht, so dass der Hönnepelsche Deich gegenüber von Mahnenberg (oder Magdeburg) bald vollständig schaar lag.

Von Interesse ist auch ein anderer Umstand, der sich aus dem Vergleich der Karten von 1631 und 1728 ergiebt. 1631 wird Grieth am Ende des nahe am Rhein liegenden Bann-

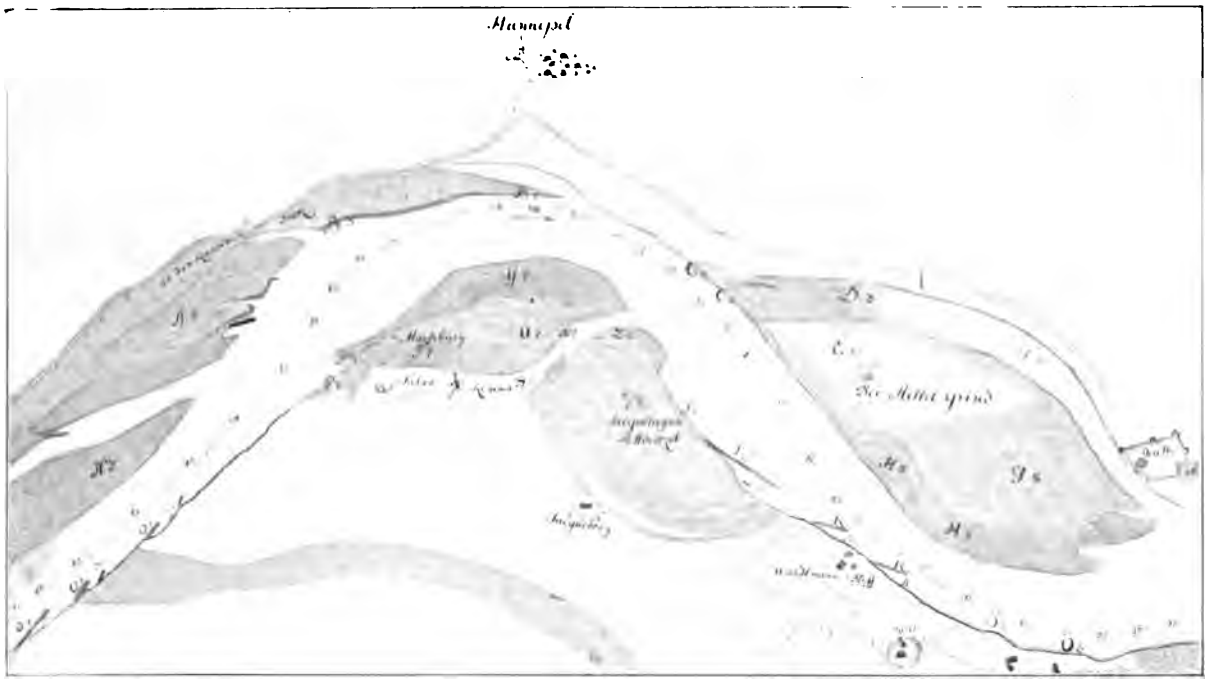


Abb. 221. Die Stromstrecke von Rees bis Grieth im Jahre 1728
(nach der Stromkarte von Foris).

deiches als eine in Form eines Vierecks erbaute Stadt dargestellt. 1728 war um „Magdeburg“ herum ein Canal vorhanden, der „salve regina“ bezeichnet ist und den man durch eine Coupirung geschlossen hatte. Der alte Deich oberhalb Grieth ist verschwunden und weit zurückgelegt, Grieth selbst hat sein oberes, dem Strome ausgesetztes Stadtviertel verloren, ein neuer Stromarm führt über das freigegebene Vorland dicht an Grieth vorbei. Welche Ereignisse müssen sich abgespielt haben, um diesen Wandel zu schaffen? War der Canal salve regina als Durchstich geplant? Es wird berichtet, dass der Plan vorlag, ausser dem Reeser Durchstich auch durch die Hübsch gegenüber Obermörmter und unterhalb Rees Durchstiche auszuführen. Die Form der Feldmark Hübsch deutet auf dieses Vorhaben hin. Ist der Durchstich an der Hübsch infolge der Griether Katastrophe unterblieben? Jedenfalls hat man die weitere Ausbildung der salve regina mit Erfolg verhindert.

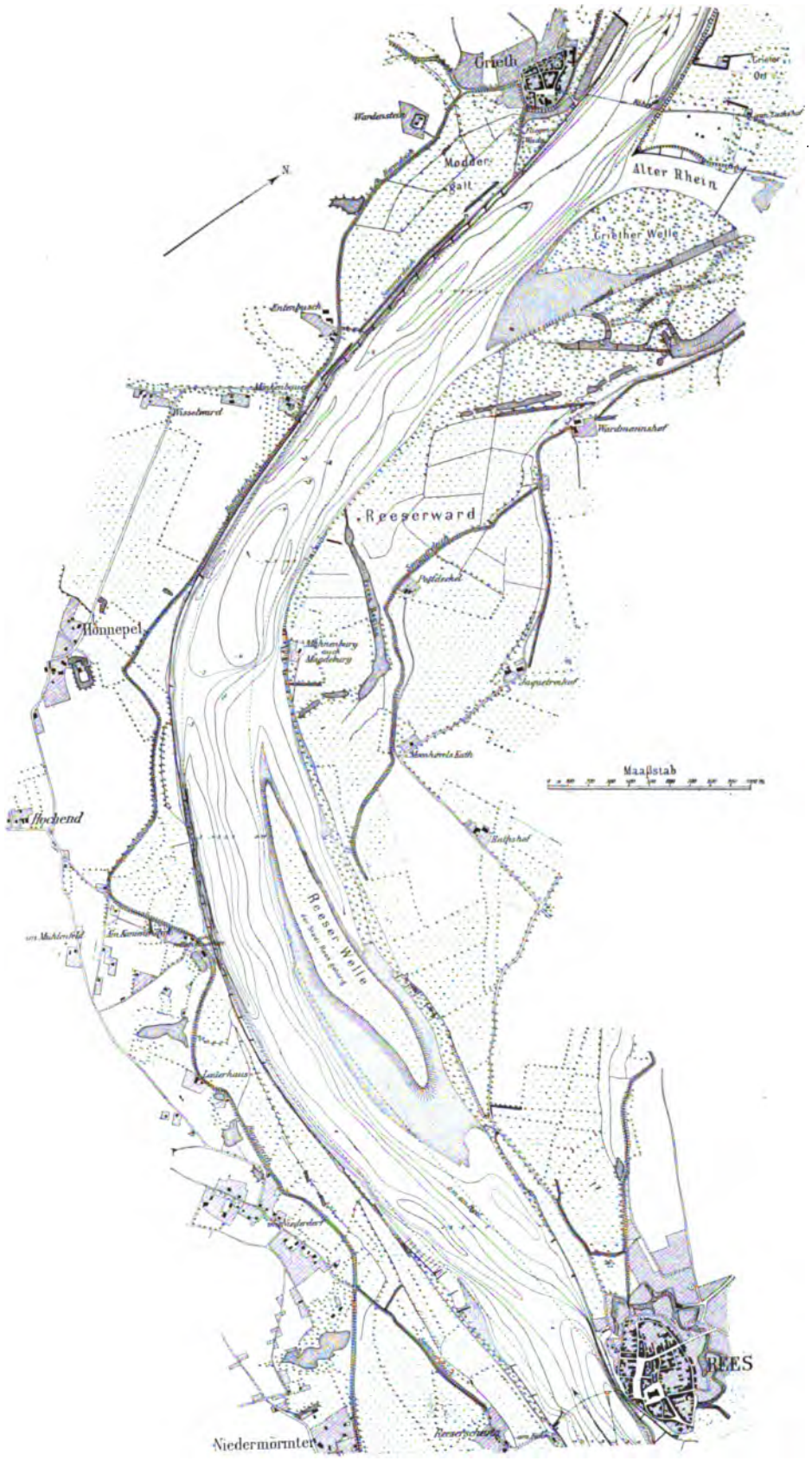


Abb. 222. Die Stromstrecke von Rees bis Grieth im Jahre 1874, mit Tiefenlinien von 1860.

Die Befestigung **des linken Ufers** unterhalb Rees (Abb. 222) ist nach und nach im Laufe der Zeit erfolgt. Das Deckwerk am Hönnepel'schen Schaardeich ist zuerst schon um die Mitte des 18. Jahrhunderts angelegt. Am Kaninendyk sind 1822 die ersten Buhnen erbaut, 1836 waren hier fünf Buhnenköpfe vorhanden, 1844 schon elf Buhnen. Zwischen dem Hönnepel'schen Schaardeich und Grieth sind 1827 vier Buhnen und 1836 acht Buhnen erbaut. 1845 wurde das linke Ufer vor der Reeser Fährstelle gedeckt (13500 Mark), 1846 wurde der Leinpfad vom Hönnepelschen Deich vor dem Entenbusch bis zum Moddergatt vor Grieth durch Kiesschüttung und Steindeckwerk befestigt (7500 Mark) und ebenso vor dem Moddergatt und der Fliegenweide bis zur Leinpfadskribbe vor Grieth (4650 Mark). 1848 wurden zwei neue Buhnen erbaut zur Deckung des Ufers vom Hönnepel'schen Deich bis zur ersten Buhne am Entenbusch (10650 Mark) und 1849 die Uferstrecken vor Niedermörmter von der Ward bis zum Kaninendyk (13200 Mark) und vom rothen Häuschen bis Hönnepel (10500 Mark) durch Steindeckwerke befestigt. Im Jahre 1850 wurden Deckwerke oberhalb des Hönnepel'schen Schaardeiches (16680 Mark)

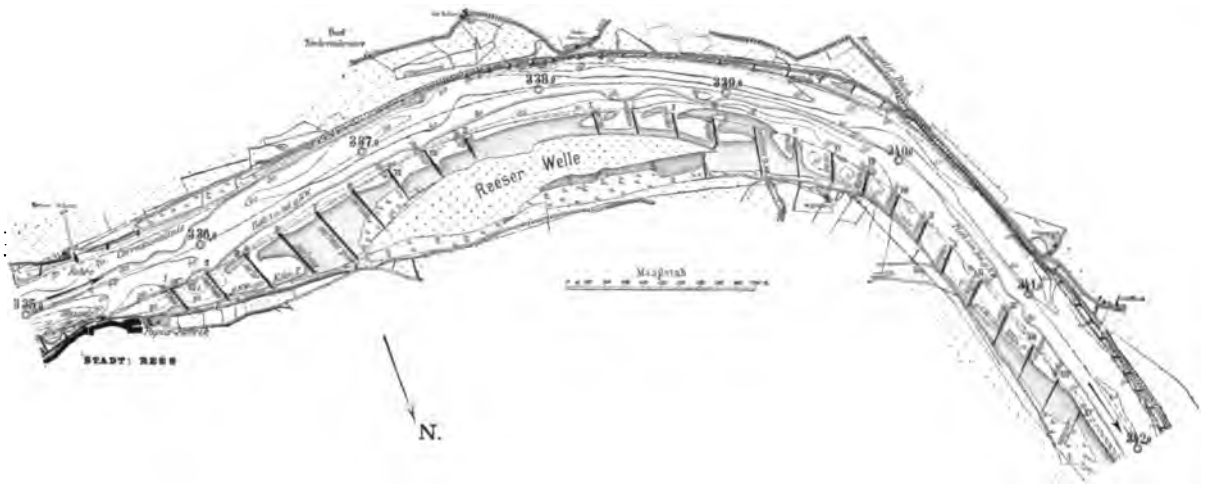


Abb. 223. Der Rhein von Rees bis Grieth im Jahre 1896.

und unterhalb desselben (3300 Mark) angelegt. Die Strombauverwaltung hat dann 1852 und 1853 noch zwei Uferstrecken am Kaninendyk oberhalb des rothen Häuschens (8400 Mark), sowie zwischen Kaninendyk und Hönnepel (3600 Mark) ausgebaut. Im Jahre 1875 sind dann noch in der Bucht dicht oberhalb des Hönnepeler Schaardeiches sechs Buhnen erbaut, die stufenförmig angelegt wurden. Die vorderen Köpfe lagen auf + 2 m am Pegel, die hinteren auf + 2,50 m am Pegel. Wo die Sohle vor den Köpfen tiefer als — 3 m am Pegel lag, wurden den Buhnen Grundschwellen vorgelegt (106847 Mark). Seitdem sind hier nur Unterhaltungsarbeiten vorgenommen.

Am **rechten Ufer** hatte die Reeser Welle immer grösseren Umfang angenommen, so dass sie mit wenigen leichten Werken ans Ufer angeschlossen werden konnte. Nachdem die Bucht oberhalb Rees mit langen Buhnen ausgebaut war und der Strom sich wieder mehr dem rechten Ufer zuwandte, ergab sich im Jahre 1885 die Nothwendigkeit, auch das rechte Ufer unterhalb Rees auszubauen, wenn nicht der Uebergang vom rechten zum linken Ufer und die Fahrrinne weiter unterhalb in ihren Abmessungen beeinträchtigt werden sollten. Bis 1886 wurden am rechten Ufer daher zehn Buhnen in leichter Construction angelegt, die den Strom auf die Normalbreite von 300 m einschränkten. Zwischen Buhne IX und X wurde mit Rücksicht auf die Aus-

übung der Fischerei ein 650 m breiter Zwischenraum gelassen (Abb. 223). Die zu den Bauwerken erforderlichen 31520 cbm Kies wurden theils durch Baggerung, theils durch Abgrabung der Reeser Welle gewonnen. An Steinen sind 441031 Centner — dieselben waren hier versuchsweise nach Gewicht verdungen — angeliefert. Die Ausführungskosten betrugen 134902,11 Mark.

Die Arbeiten haben den Erwartungen entsprochen und dahin gewirkt, dass hier bisher keine weiteren Arbeiten erforderlich gewesen sind. Die anschliessende Uferstrecke von der Reeser Welle bis zum Griether Canal ist bei der weiterhin zu besprechenden Regulirung von Rees bis Emmerich in den Jahren 1888 bis 1890 ausgebaut worden (vergl. Nr. 8, Seite 233).

6. Der **Griether Canal** wurde im Jahre 1819 gegraben, 19 m breit bei + 1,30 m am Pegel. Seine Länge betrug 2636 m. Die Breite desselben nahm schnell zu, sie war 1827 bereits 56 m, während die Tiefe 3,80 bis 4,70 m bei Mittelwasser betrug (Abb. 224). Nach den schweren Eisgängen von 1828/29 und 1829/30 war die Breite schon auf 226 m angewachsen. Da das Hochwasser über das rechte Ufer am unteren Ende des Canals zu früh ausuferte, um gleiche Tiefe und Breite zu schaffen, wie in den übrigen Strecken des Canals, so wurde hier ein niedriger Leitdamm auf dem Ufer angelegt.

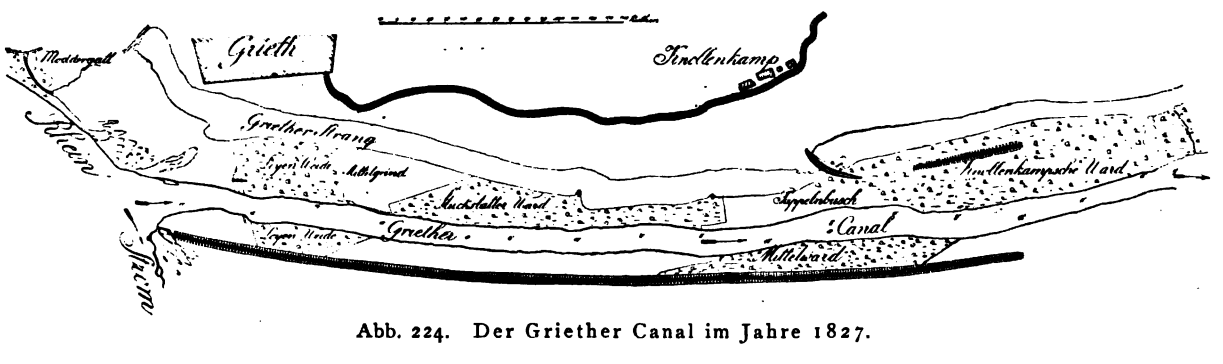


Abb. 224. Der Griether Canal im Jahre 1827.

Die Deckung des rechten Ufers wurde 1837 begonnen unter Annahme einer Strombreite von 330 m. Vor Beendigung dieser Arbeiten brach beim Eisgang im Winter 1839/40 das rechte Ufer vor dem Leitdeich so stark zurück, dass an Stelle von Deckwerken zwei Buhnen erbaut werden mussten. Die Deckung des rechten Ufers war 1844 beendet, musste indessen am oberen Ende des starken Stromanfalles wegen im Jahre 1852 zum Theil erneuert werden (13198 Mark).

Die Befestigung des linken Ufers wurde 1835 und 1836 mit der Verbauung des dicht vor Grieth gelegenen Griether Strangs durch zwei Coupirungen in Höhe von + 3,50 m und + 4,40 m am Pegel begonnen. Die obere derselben, die Leinpfadskribbe, wurde 1843 stromauf als Deckwerk am Maigatt entlang verlängert. Im Jahre 1847 ist der Erbau eines Steindeckwerks vor der Stückstätte begonnen (5700 Mark) und unterhalb derselben bis zum Vulxgatt 1848 durch zwei Buhnen fortgesetzt (12300 Mark), vergl. Abb. 225. 1851 wurde die Loyenweide oberhalb der Stückstätte durch ein Deckwerk gegen Durchbruch gesichert (8997 Mark) und 1852 durch fünf Böschungsköpfe weiter befestigt (3000 Mark). Eine Reihe von kleineren Arbeiten sind im Laufe der Zeit noch aus Unterhaltungsfonds ausgeführt worden. Grössere Neubauten sind hier erst neuerdings bei Ausführung der weiterhin besprochenen Regulirung von Rees bis Emmerich ausgeführt (siehe Nr. 8, Seite 233).

Der Griether Altrhein verlandete sehr rasch, besonders an seinem oberen Einlauf. Der alte „Rheinbanner“, eine am rechten Ufer des Altrheins Grieth gegenüber angelegte Buhne,

war 1844 schon vollständig verlandet. Beim Eisgang von 1855, wo das Eis durch den Griether Canal abging, während es im Griether Altrhein stehen blieb, hatten diese Verlandungen sich so weit aufgehöht, dass man durch denselben zu Fuss hindurch gehen konnte. Mit der Forstverwaltung zusammen, die auf die Verlandungen Anspruch machte und das Holz lieferte, wurden 1856 und 1857 daher zwei Coupirungen in Höhe von + 2 m am Pegel im Griether Altrhein angelegt, um gegen etwaigen Durchbruch der Verlandungen bei hohem Wasser Sicherheit zu schaffen (vergl. Abb. 225).

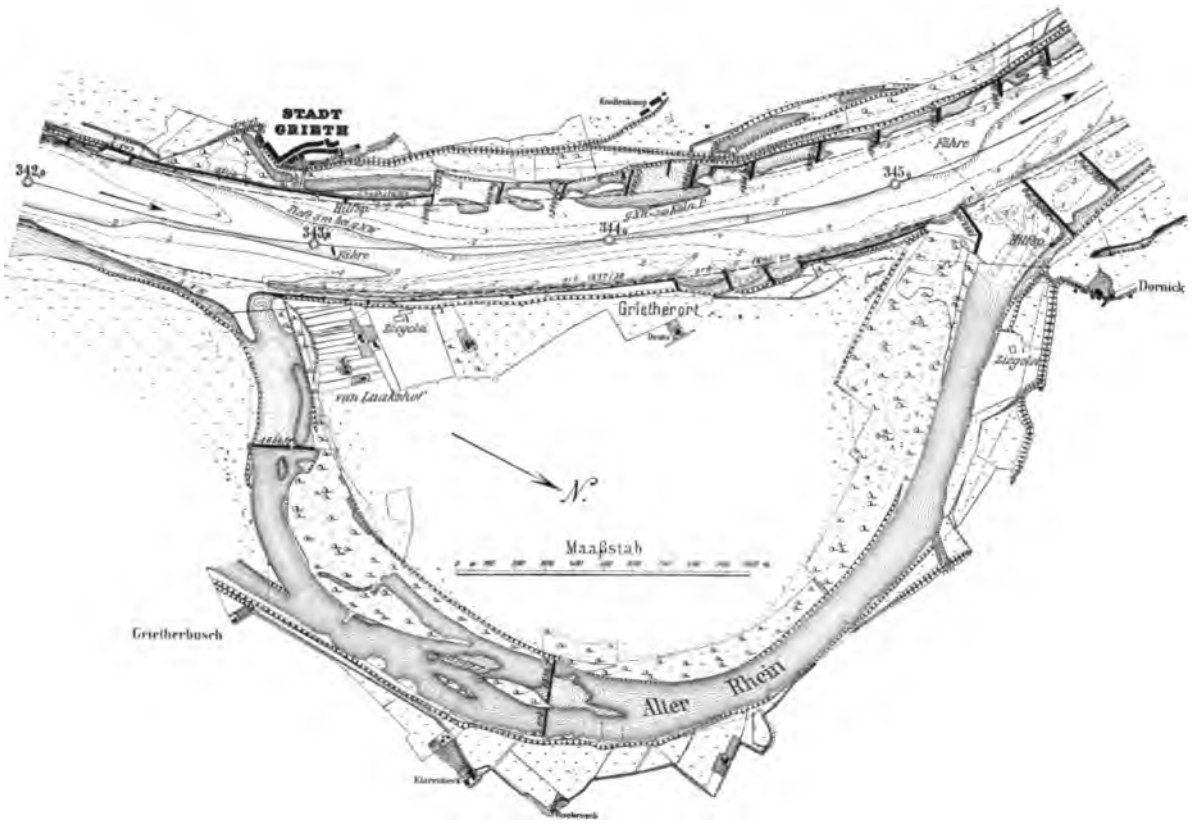


Abb. 225. Der Griether Canal und Alter Rhein im Jahre 1896.

7. **Der Emmericher Canal,** der von Dornick bis Emmerich reicht und unmittelbar an den Griether Canal anschliesst, ist ebenso wie der Reeser Durchstich in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts entstanden und soll, Angaben zufolge, durch die Holländer angebahnt worden sein. Bestimmte Nachrichten über die Zeit und Art der Ausführung liegen nicht vor. In Karten von 1708 (Abb. 226) ist er bereits voll ausgebildet, aber das Vulxgatt oder die Beylerward'sche Fahrt auch noch in voller Breite vorhanden. Letztere ist dann mehr und mehr verlandet.

Auch im Emmericher Canal hat die Lage des Stromstriches mehrfach gewechselt. Bei Anlegung desselben war besonders das Ufer vor Dornick dem Stromanfall ausgesetzt, da nach den Karten von 1631 und 1728 (Abb. 12) der Strom zwischen Grieth und Dornick früher ungefähr an derselben Stelle gelegen haben muss, die heute der Griether Canal einnimmt. Je mehr indess der Rhein zwischen Grieth und Dornick das rechte Ufer abbrach und sich Grietherbusch näherte,

desto mehr gelangte das Ufer vor Dornick in eine geschützte, convexe Lage, so dass in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts (1767 und 1779) die Dornick'sche Ward — damals ein Mittelfeld — durch eine „Enclavirung" an das rechte Ufer angeschlossen und zur Verlandung gebracht werden konnte. Seitdem wandte sich der Stromstrich hier mehr dem linken Ufer zu, die obere Spitze des Emmericher Eilandes gerieth stark in Abbruch. Die hier von 1816 bis 1824 angelegten Bleeswerke reichten nicht aus, so dass noch 1841 zwischen Hoymannshof (heute Müllershof) und Keurhorst sieben neue Buhnen angelegt wurden. Von ihnen wandte sich der Stromstrich dann nach dem rechten Ufer auf Emmerich zu, so dass die Palmersward, unmittelbar ober-

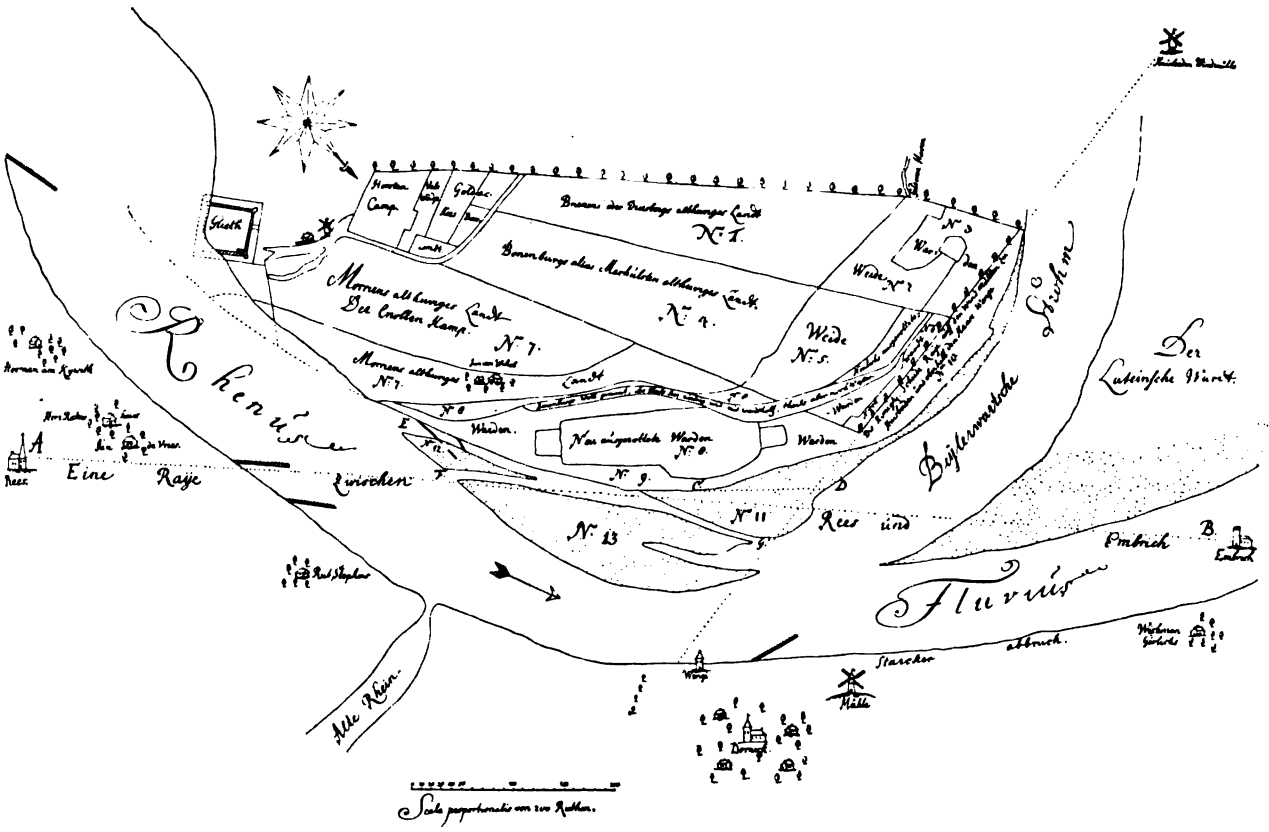


Abb. 226. Der Rhein bei Dornick im Jahre 1708.

halb Emmerich, in stärkerem Maasse bedroht wurde und seit 1773 besonderen Uferschutzes bedurfte, nachdem schon das Ufer stark abgebrochen und der Niederhettersche Deich 1760 zurückgelegt war. An diesem Verhalten des Stromes hat auch der Griether Durchstich 1819 nichts Wesentliches geändert, da bei Hochwasser der Griether Altrhein auch heute noch die Hauptwassermassen abführt. An der Palmersward lagen 1844 noch elf Kribben, die zum Theil von 1808 bis 1815, zum Theil später erbaut waren. Sie waren aber nur noch bei ganz niedrigen Wasserständen sichtbar, während die Wassertiefe vor ihnen 10 bis 12 m betrug. Mit der Zeit haben sich indess die Verlandungen von Dornick weiter stromab ausgedehnt, so dass vor der Palmersward sich die Palmerswarder Welle bildete und damit auch die grossen Tiefen sich mehr nach Emmerich zu verschoben.

Die Uferbauten, die in den vierziger und fünfziger Jahren ausgeführt wurden, erstreckten sich am linken Ufer auf die Deckung des Ufers vor dem alten Vulxgatt an der Rippweide und auf die Deckung des Ufers am Emmericher Eiland, am rechten Ufer auf die Deckung von Palmersward. In ersterer Hinsicht wurde das Ufer der Rippweide von 1832 bis 1838 durch Senklagen, Rauhwehr und Ziegelschüttung befestigt; 1846 wurden diese Werke ergänzt und verstärkt (5400 Mark), sowie die Intervalle zwischen den Kribben am Emmericher Eiland befestigt (2100 Mark), und im Jahre 1850 das Ufer und der Leinpfad vor der Rippweide regulirt (5700 Mark). Die Strombauverwaltung hat im Jahre 1852 dann das Leinpfadsufer vor der Rippweide, vom Knollenkamp bis zum Emmericher Eiland abermals in seinem Ausbau ergänzt und wieder hergestellt (13397 Mark) und im Jahre 1853 das linke Ufer von Keurhorst bis zum Prickenort mit einem Deckwerke ausgebaut (15003 Mark). Im Jahre 1854 wurden die sechs

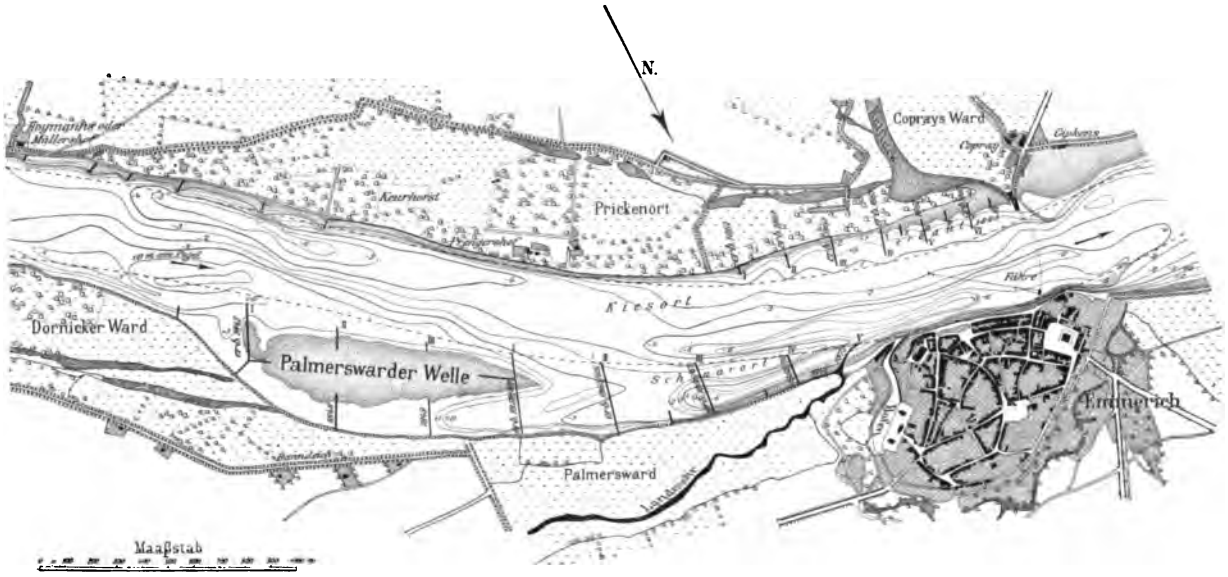


Abb. 227. Stand der Regulirungsarbeiten an der Palmerswarder Welle oberhalb Emmerich im Jahre 1874, mit Tiefenlinien von 1860.

Buhnen zwischen Hoymannshoff und Keurhorst verstärkt und in Stand gesetzt (4498 Mark), während 1855 das Deckwerk von Prickenort abwärts um 188 m verlängert und das Ufer vor dem unteren Prickenort bis zum Kalflack durch sechs Buhnen ausgebaut wurde (12729 Mark). Als im Jahre 1855 die Deiche bei Lüttingen und Vynen brachen und dadurch der Kalflack wieder hohes Oberwasser erhielt, wurden die an der Mündung des Kalflack liegenden Werke grösstentheils zerstört. Die beiden Molen, welche die Mündung beiderseits begrenzten, wurden daher 1855 erneuert (5669 Mark). 1861 wurden die Buhnen I, III und V am Prickenort bis zur Streichlinie verlängert und drei neue Buhnen oberhalb hinzugefügt (17999 Mark), Abb. 227.

Am rechten Ufer war an der Palmersward im Jahre 1846 zunächst die untere Spitze an der Einmündung der Landwehr mit einer abgepflasterten Ziegelsteinschüttung gedeckt worden (9600 Mark). Schon 1848 musste indess das Deckwerk erneuert und verstärkt werden (11100 Mark). Im Jahre 1847 wurde dann die Palmerswelle an das rechte Ufer durch eine erste und zweite Coupirung am oberen Einlauf angeschlossen (36000 Mark) und im Jahre 1849 die dritte Coupirung mit ihren vorgeschobenen Verlängerungen erbaut (13200 Mark). Dadurch nahmen

die Verlandungen rasch zu, während die Palmerswelle am freien Strome mehr und mehr abbrach. Im Jahre 1859 wurde die Stromregulirung begonnen, die in der Bucht vor Palmersward eine Vorschiebung des rechten Ufers bis zur Correctionslinie in Aussicht nahm. Zunächst wurde die unterste vierte Coupirung bis zur Correctionslinie in Höhe von 2 m am Pegel erbaut und stromauf mit einem Anschlusswerke an die Welle selbst versehen (14989 Mark). Die erhoffte weitere Verlandung blieb indessen aus, vielmehr schob sich nun das linke Ufer vor und das rechte Ufer gerieth besonders bei Eisgang in schwerere Bedrängniss wie zuvor. Im Jahre 1865 und 1866 musste daher eine zweite, 280 m lange Buhne unterhalb der vierten Coupirung bis zur Correctionslinie vorgetrieben werden, um die Ausbildung des gegenüber liegenden Kiesorts zu verhindern (37497 Mark), während im Jahre 1866 und 1867 die Herstellung der dritten Buhne (45000 Mark) und von 1868 bis 1870 die Ausführung der vierten Buhne folgte, die in sehr tiefem Wasser unter starkem Stromangriff erbaut werden musste (50976 Mark). Da der Strom unterhalb der vierten Buhne sehr stark einfiel, so dass die Schiffahrt in Gefahr gerieth, wurde im Jahre 1872 am unteren Ende der Palmersward oberhalb der Mündung der Landwehr eine fünfte Buhne in Form einer Hafenmole in declinanter Richtung ebenfalls unter grossen Schwierigkeiten erbaut

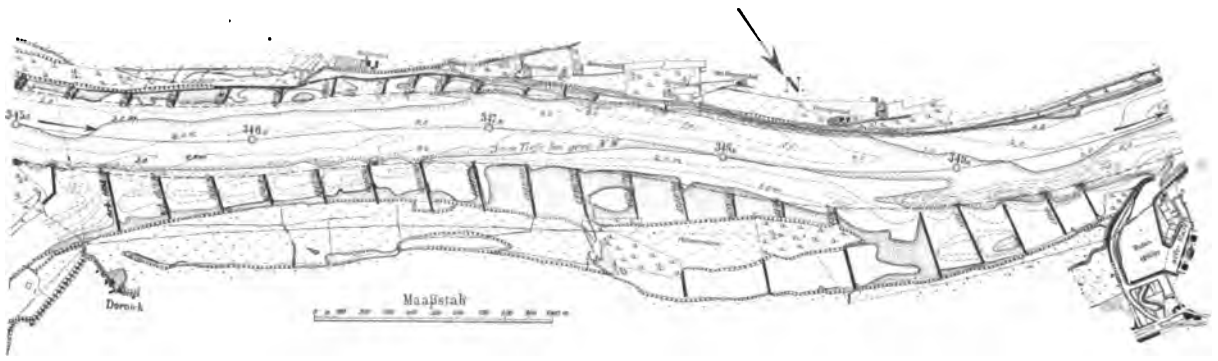


Abb. 228. Der Rhein von Dornick bis Emmerich im Jahre 1896.

(127160 Mark). Da die Buhnen etwa 380 m auseinander lagen, sind hier 1896 aus Unterhaltungsfonds zwischen den Buhnen II und IV noch zwei Zwischenwerke angelegt und die Köpfe der Buhnen mit weit vortretenden Kopfschwellen versehen worden, um die starke Strömung weiter vom Ufer abzudrängen und den gegenüber liegenden Kiesort noch mehr zum Abtrieb zu bringen (Abb. 228).

8. Die ganze **Stromstrecke von Rees bis Emmerich** ist von 1888 bis 1890 dann einer umfassenden Nachregulirung unterzogen. Bei den noch vielfach wechselnden Strombreiten verlegten die Sandbänke sich oft in kurzer Zeit und namentlich bei Niedrigwasser, so dass immer noch zahlreiche Schiffsunfälle eintraten. Es wurde daher eine durchgehende Einschränkung der Strombreiten unter gleichzeitiger Abbaggerung der Sandbänke für geboten erachtet.

Von der Reeser Welle bis zum Griether Altrhein war das rechte Ufer noch unverbaut, die Breiten betrugen hier 400 bis 500 m, so dass die Reeser Welle sich hier zungenartig weit in den Strom vorschob. Das rechte Ufer wurde hier daher durch 15 Buhnen, von denen noch drei Stück an der Reeser Welle lagen, bis zur Correctionslinie vorgeschoben und die Fahrrinne in 150 m Breite bis zu — 2,10 m Reeser Pegel durch Baggerung hergestellt (Abb. 223).

Im Griether Canal, vor dem Vulxgatt und dem Emmericher Eiland wurde das linke Ufer durch 19 theils neue, theils verlängerte alte Buhnen bis zur Correctionslinie ausgebaut, während von der unteren Mündung des Griether Canals bis zum unteren Ende der Palmers-

warder Welle durch 16 Buhnen der Strom auf die normale Breite von 300 m eingeschränkt wurde (Abb. 225 und 228).

Im ganzen umfasste die Regulirung also den Bau von 50 Buhnen. Die Köpfe erhielten durchweg die Neigung von $1:2^1/_2$, während sonst am Rhein die Kopfböschung immer 1:4 ist. Ihre Construction ist dieselbe, wie zwischen Stapp und Mehrum und wie am Wolf, die oben beschrieben ist (Abb. 215). Die Hauptbaggerungen wurden unterhalb der Reeser Welle und vor Dornick ausgeführt. Im ganzen sollen 258000 cbm Kies gebaggert sein. Die Ausführung war in Generalentreprise vergeben und kostete 555920,19 Mark.

9. **Bei Emmerich** selbst sind im wesentlichen drei Bauausführungen zu erwähnen, die von der Strombauverwaltung bewirkt worden sind.

1) Die Erweiterung des Sicherheitshafens und der Bau der Hafenmole. Der alte, nach Wiebeking im Jahre 1704 in einem alten Stadtgraben eingerichtete Emmericher Hafen, an dem der Zollrevisionshof liegt, genügte der Schiffahrt schon lange nicht mehr. Bei dem starken

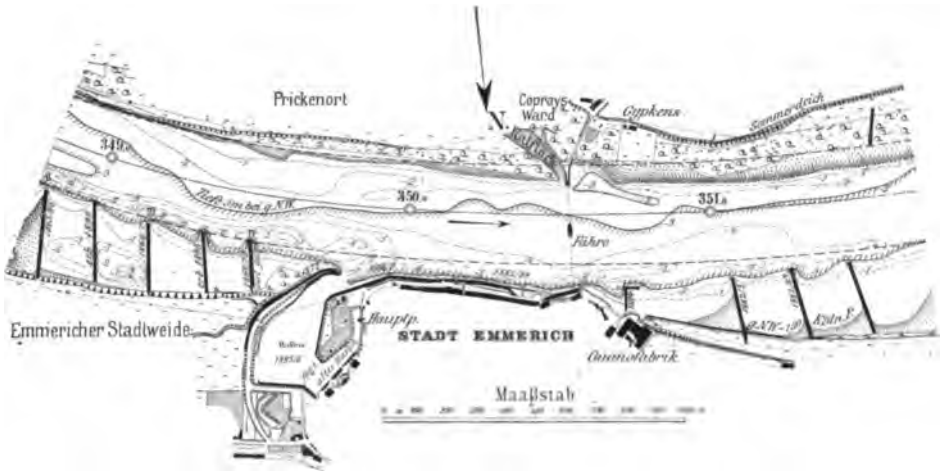


Abb. 229. Der Rhein bei Emmerich im Jahre 1896.

Anwachsen der Rheinflotte und bei der gefährlichen Nähe der zur Winterszeit oft schnell mit Eis belegten unteren Rheinstrecke war grade hier in Emmerich, wo die Schiffe der Verzollung halber Rast zu machen und zu übernachten pflegten, der geeignetste Ort für Anlage eines den Verkehrsverhältnissen entsprechenden Sicherheitshafens. Nach vielfachen Entwürfen wurde der Ausführung im Jahre 1885 in der Weise näher getreten, dass oberhalb des alten Hafens ein neues Hafenbecken hergestellt und hochwasserfrei umwallt wurde, mit besonderem Eingange vom Rhein her. Die Einfahrt zum alten Hafen wurde zugeschüttet und dafür der alte Hafen an seinem hinteren Ende mit dem neuen Hafenbecken in Verbindung gebracht (vergl. Abb. 229 und 230). Die Ausführung erforderte eine Bodenbewegung von 309845 cbm und war 1886 beendet. Die Gesammtkosten betrugen 346716,19 Mark und sind unter Cap. V Tit. 17 des Etats ausserordentlich bewilligt worden.

2) Der Ausbau des Ufers vor der Stadt Emmerich vom Christophelthor bis zum Fährthor erfolgte von 1882 bis 1884 durch ein Uferdeckwerk, dessen Kosten sich auf 77500,71 Mark stellten, und der Ausbau des Ufers vom Christophelthor aufwärts bis zur alten Hafenmole, wobei es sich um die Befestigung des alten zugeschütteten Hafenmundes handelte, wurde unter Aufwendung von 59466,41 Mark in den Jahren 1888 und 1889 ausgeführt. Durch beide Arbeiten

ist das Ufer in einer für die Führung des Stromes vor Emmerich günstigen Weise ausgebildet worden (Abb. 229).

3) Der Strom selbst bedurfte vor Emmerich einer besonderen Ausbildung wegen der hier befindlichen Zollstelle. Da alle zu Berg fahrenden Schiffe vor Emmerich der Zollrevision sich unterziehen müssen, findet hier stets eine derartige Ansammlung von Schiffen statt, dass der Strom oft ganz mit Fahrzeugen belegt ist und für die durchgehende Thalschiffahrt kaum ausreichender Platz bleibt. Es hat daher die Fahrrinne, die sonst im allgemeinen 150 m beträgt,

Abb. 230. Der Hafen bei Emmerich im Winter 1899/1900.

hier auf 200 m durch Baggerung erbreitert werden müssen. Dementsprechend wurde auch das Emmerich gegenüber liegende linke Ufer zurückgelegt und insbesondere in seinen bis zu + 6 m Emmericher Pegel ansteigenden unregelmässigen Verlandungen oberhalb und unterhalb der Kalflackmündung bis auf + 3 m Emmericher Pegel abgetragen. Es wurden 61358 cbm Kies gebaggert und 123800 cbm Sand im Trocknen abgegraben und unterhalb Emmerich am linken Ufer eingebaut. Die Kosten der Ausführung betrugen 160708,05 Mark (Abb. 229).

10. **Von Emmerich bis Spyck,** wo am rechten Ufer das holländische Gebiet beginnt, liegt heute der Stromanfall mehr am linken Ufer wie am rechten. Bei hohem Wasser indess, wo der Kalflack noch grössere Wassermassen dem Strome zuführt, ist indess auch das rechte Ufer unterhalb Emmerich dem Stromangriff ausgesetzt. In erhöhtem Maasse war letzteres in

früheren Zeiten der Fall, wo der Kalflack noch offener Strom war oder doch wenigstens nicht in dem Maasse wie heute verbaut und verlandet war und wo bei Deichbrüchen zwischen Xanten und Emmerich die Wassermassen hier wieder in den Rhein einmündeten. Die Breite des Stromes war daher bis auf 750 m gewachsen, während an beiden Ufern sich ausgedehnte Sandfelder hinzogen. In den Karten von 1728 sind beide Ufer mit langen declinanten Kribben gedeckt (Abb. 231). Der „Schabert" war eben erst durch eine lange „Enclavirung" an die Spilleckensward angeschlossen. Am rechten Ufer liegt ein langes Mittelfeld. Hundert Jahre später sind diese Mittelfelder als „Ravenpoll", „Mittelpoll" und „Spiek'sche Welle" ebenfalls an das rechte Ufer angeschlossen, bepflanzt und theilweise schon in Wiesen umgewandelt, während eine neue Welle, die Ravenpoller- oder Emmericher Welle, sich zu bilden anfängt (Abb. 232).

Abb. 231. Die Stromstrecke unterhalb Emmerich im Jahre 1728.

Das linke Ufer liegt aber derartig in Abbruch, dass es durch eine Reihe von Buhnen und Deckwerken hat gegen weiteren Abbruch vertheidigt werden müssen. Wiederholt waren hier die Sommerdeiche zurückgelegt worden. Mit Ausbau der alten „Samsonskribbe", mit der „Louisenkribbe", „der Schaperskribbe" wurde 1838 der erste Anfang gemacht, das Ufer wieder bis zu einer regelmässigen Linie vorzuschieben. Von 1847 bis 1850 wurde der Ausbau des linken Ufers mehrfach ergänzt.

Ein durchgehender Ausbau des linken Ufers von Emmerich gegenüber bis Spyck auf Grund eines aufgestellten Generalplanes wurde 1856 in Angriff genommen, wo zunächst drei Buhnen unterhalb der Emmericher Fähre, fünf Buhnen vor der Domänenward und 14 Buhnen von der Schaperskribbe an abwärts bis Spyck hin in je 226 m Abstand erbaut wurden (71979 Mark). Zwischen der Louisen- und Schaperskribbe wurden 1858 zwei neue Buhnen gebaut (44994 Mark) und oberhalb der Louisenkribbe 1864 noch zwei Buhnen hergestellt (24000 Mark). Unterhalb der Emmericher Fähre von Gypken bis zur Domänenward, wo 1856 am oberen Ende drei Buhnen erbaut waren, sind 1874 noch weitere vier Buhnen stromabwärts hinzugefügt worden.

Alle Buhnen wurden auf + 8 Fuss (2,50 m) Emmericher Pegel gelegt (77996 Mark). Damit war der Ausbau des linken Ufers im wesentlichen vollendet, die Deckung des Ufers in den Intervallen gegen Abbruch erfolgte aus etatsmässigen Fonds. In den Jahren 1884 und 1885 hat noch eine Verlängerung der Buhnen I, II, IV und VI unterhalb Gypken bis zur Correctionslinie unter Aufwendung von 29980,84 Mark stattgefunden.

Der Ausbau des rechten Ufers wurde im Jahre 1861 begonnen mit der Herstellung von vier Stück niedrigen, auf $4^1/_2$ bis 6 Fuss (1,40 bis 1,90 m) am Pegel gelegten Anschlusswerken hinter der Emmericher Welle (40498 Mark) und stromabwärts bis Spyck gegenüber durch den Bau von acht Stück auf + 2,50 m am Pegel gelegten, zunächst nur kurzen Buhnen im Jahre 1862 fortgesetzt (54903 Mark, wovon die Königliche Forstverwaltung zum Schutze ihrer Ufer 37800 Mark zu tragen hatte). Von den letzteren wurden die vier obersten Buhnen 1863 und 1864 bis zur Correctionslinie verlängert (47990 Mark), im Jahre 1864 drei weitere Buhnen unter grossen Schwierigkeiten bis auf das Mittelfeld, das vor ihnen lag, vorgeschoben (75140 Mk.) und 1867 das letzte, achte Werk voll ausgebaut (13499 Mark), vergl. Abb. 232.

Stromaufwärts der Ravenpoller Welle bis Emmerich ist der Ausbau des rechten Ufers im Jahre 1882 und 1883 durch den Bau von zwei Buhnen fortgesetzt worden, da sich hier das Strombett wegen der übergrossen Strombreite fortschreitend erhöht hatte. Die Kosten der grösstentheils noch in Packwerk hergestellten beiden Buhnen betrugen 75129,13 Mark. Im

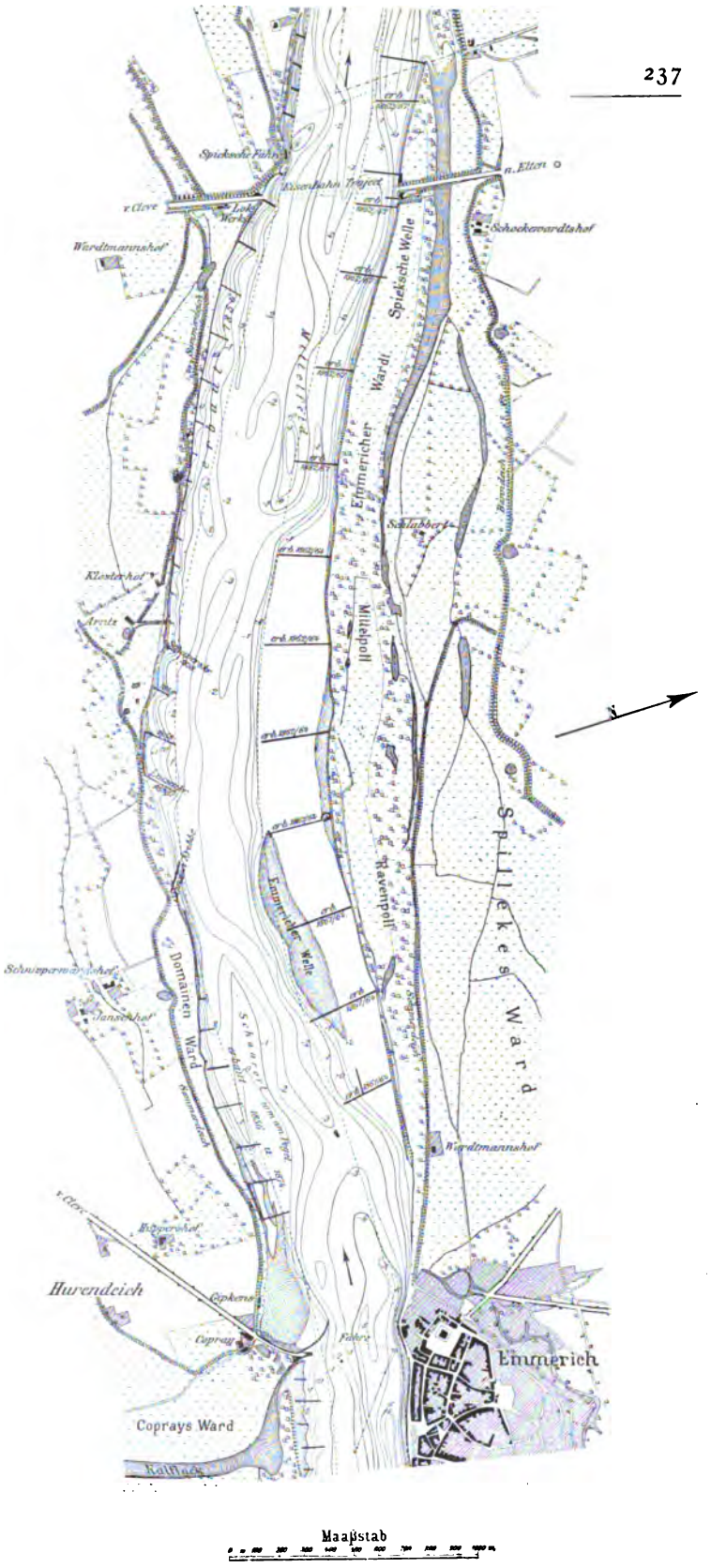


Abb. 232. Die Stromstrecke von Emmerich bis zur Spyck'schen Fähre im Jahre 1874, mit Tiefenlinien von 1860.

Jahre 1894 endlich wurde die oberste Buhne des Systems am rechten Ufer erbaut nebst einer 36 m langen Flügelbuhne am Kopfe derselben unter Aufwendung von 18963,29 Mark (vergl. Abb. 229).

Eine Nachregulirung der ganzen Strecke Emmerich bis Spyck erfolgte in den Jahren 1889 bis 1892 insofern, als die Strombreite, die früher unterhalb Emmerich 360 m betragen hatte, zur Erhaltung der Fahrtiefen einer Einschränkung bedurfte. Sie wurde dahin bemessen, dass sie von Emmerich bis Spyck allmählich von 300 auf 340 m zunehmen sollte. Dazu war es nöthig, am linken Ufer elf Stück Buhnen zu verlängern und sieben Stück neu anzulegen, während am rechten Ufer eine Buhne verlängert und drei Buhnen (an der Ravenpoller Welle) neu anzulegen waren (vergl. Abb. 233). Die zum Bau der Buhnen erforderlichen 36200 cbm Kies wurden durch Baggerung gewonnen. An Steinen waren 30450 cbm nothwendig. Die Ausführungskosten betrugen 242206,69 Mark.

11. **Unterhalb Spyck bis zur Grenze bei Bimmen** gehört seit 1815 nur noch das linke Ufer zu Preussen, das rechte Ufer nach den Niederlanden. Die Grenze liegt in der Mitte des Stromes.

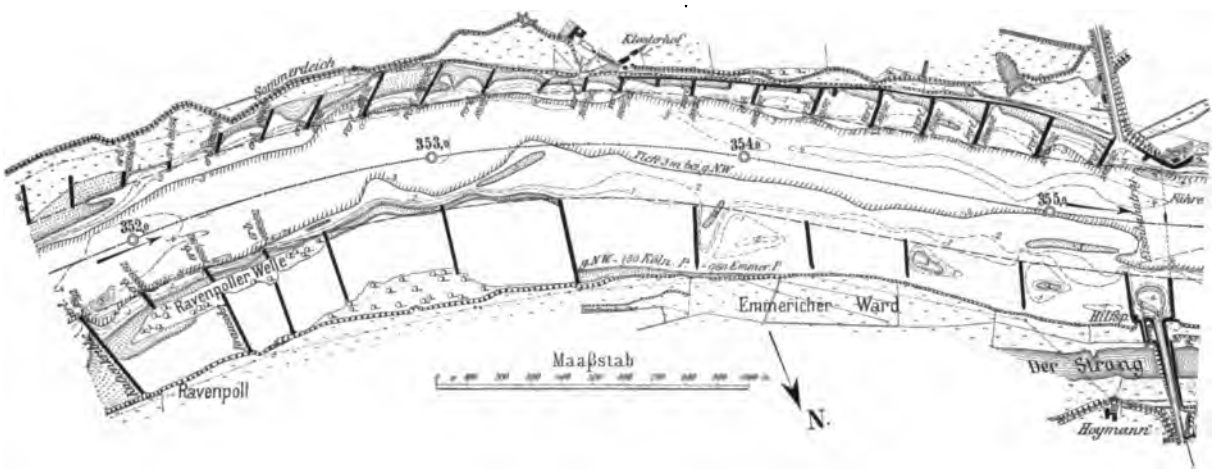


Abb. 233. Der Rhein von Emmerich bis Spyck im Jahre 1896.

Früher hatte auch das rechte Ufer zu Preussen gehört bis nach Arnheim hinunter und waren sowohl am rechten Spycks-Ufer, das von jeher hart unter dem Stromangriff zu leiden hatte, wie im alten Rhein unterhalb Lobith von der Cleve'schen Wasserbauverwaltung aus eine Reihe von Strombauten ausgeführt worden. Vielfach war auch mit den Niederlanden gemeinschaftlich vorgegangen auf Grund einer Convention von 1745, die zwecks Wiederherstellung des im Jahre 1740 und 1744 gebrochenen Spycker Banndeiches geschlossen war. Da durch diesen Banndeich hauptsächlich die Niederlande geschützt wurden, so trugen sie zu den Neubaukosten $^3/_4$, zu den Unterhaltungskosten $^1/_3$ oder $^1/_4$, je nachdem sie über oder unter 1000 Gulden betrugen, bei. Nach derselben Kostenvertheilung sind auch mehrere Kribben am Ufer von Spyck oder Salmort ausgeführt worden.

Die Anlage des Byland'schen Canals hat Holland nach einer Convention vom Jahre 1771 allein übernommen und mit gutem Erfolge ausgeführt, nach Wiebeking und Kröhnke (Bd. II, S. 177) allerdings erst, nachdem Friedrich der Grosse durch seinen Minister im Haag hatte erklären lassen, „dass wenn man sich nicht zu der Ausführung des schon längst projectirten Byland'schen Durchstiches entschliessen würde, so sähe sich der König genöthigt, zu gunsten

der Polder von Huissen, Malburgen und Lymers einige der holländischen Deiche durchstechen zu lassen". Auch die Herstellung der neuen Yssel bei Arnheim wurde 1773 von Holland bewerkstelligt (die beiden Durchstiche kosteten 1 213 190 Gulden), während die Verschliessung des alten Rheins bei Lobith durch eine 90 Ruthen (359 m) lange, auf Nr. 13 (+ 4,08 m) Arn-

Abb. 234. Der Rhein oberhalb Schenkenschanz im Jahre 1728
(nach der Stromkarte von Foris).

heimer Pegel gelegenen Kribbe 1780 auf gemeinschaftliche Kosten bewirkt wurde. In der Grenzvereinbarung vom 7. October 1816 war die Strombreite des Rheins von Spyck bis Bimmen zu 150 Ruthen (565 m) bei Mittelwasser festgesetzt worden. Da diese Breite viel zu gross war, so versandete der Strom bald derartig, dass die Schiffahrt bei niedrigem Wasser ausserordentlichen Schwierigkeiten begegnete. Im Herbste 1857 war sie bei Lobith sogar ganz unterbrochen. Ein breites Mittelfeld lag hier quer im Strome.

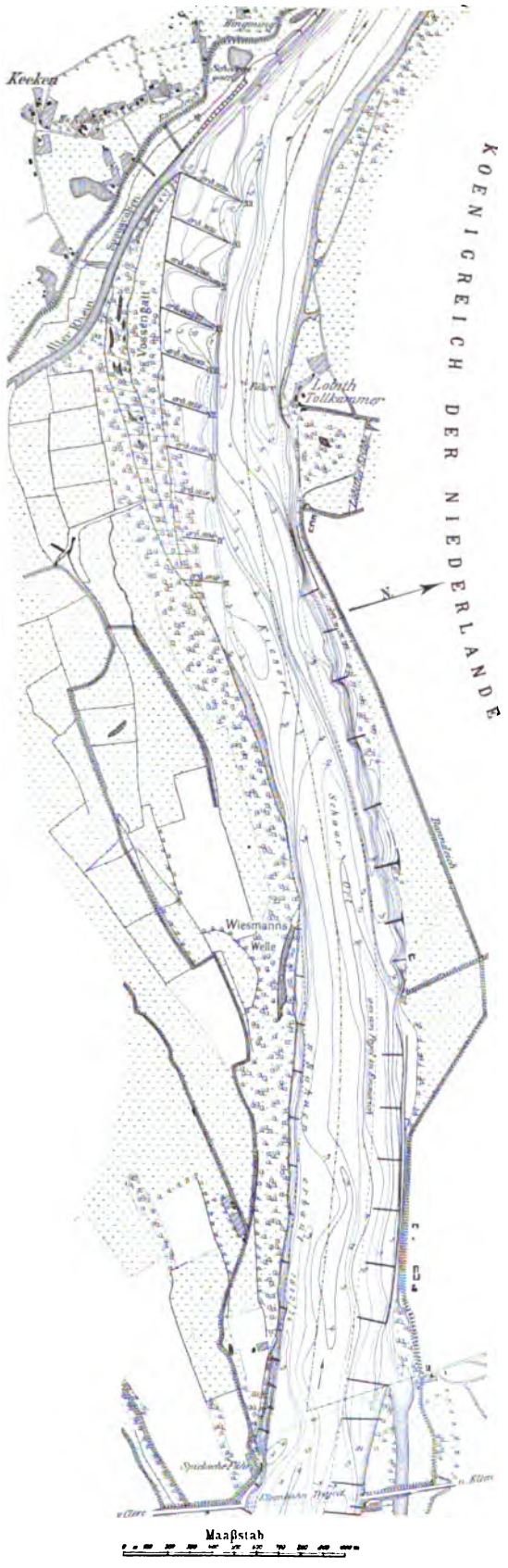


Abb. 235. Die Stromstrecke vom Spyck bis zur Grenze mit dem Zustand der Regulirungsarbeiten vom Jahre 1874.

Es wurden darauf neue Unterhandlungen angeknüpft und einigten sich die Vertreter beider Staaten am 5. Mai 1858 über die Einschränkung der Strombreite auf 90 Ruthen (339 m). Von preussischer Seite wurde alsbald mit der Verbauung der tiefen Uferbucht gegenüber von Lobith begonnen, der Bau indess am 15. November 1858 sistirt, da die Verhandlungen mit den Niederlanden noch nicht abgeschlossen waren. Immerhin waren inzwischen die fünf Buhnen Nr. III bis VII fertig gestellt und die beiden Buhnen Nr. VIII und IX begonnen (32760 Mark).

Erst im Jahre 1867 konnte, nachdem die früheren Vereinbarungen genehmigt und unterm 20. October 1866 die Strom- und Uferlinien festgestellt waren, mit der Vollendung der Buhnen VIII und IX sowie mit dem Bau der Buhne X vorgegangen werden. Der Bau ging langsam von statten und bot viele Schwierigkeiten, so dass er erst 1869 abgeschlossen wurde (90558 Mark). Die Buhnen XI und XII sind im Jahre 1870 (97794 Mark), die Buhne XIII nebst dem Parallelwerke bis zur Buhne XIII, am Spoycanal entlang, 1874 erbaut worden (118490 Mark), vergl. Abb. 235. Von 1878 bis 1881 hin sind die letzten beiden Buhnen Nr. XIV und XV und das Parallelwerk bis zur Mündung des Spoycanals in den Rhein hergestellt (140276 Mark) und damit der Ausbau an der Vossengatt-Insel beendigt worden.

Die Bucht vor Bimmen unmittelbar oberhalb der Grenze ist von 1881 bis 1882 unter Aufwendung von 9037,52 Mark durch vier Buhnen in Höhe von + 2 m Emmericher Pegel ausgebaut worden (vergl. Abb. 237).

Im übrigen hat es sich zwischen Spyck und Bimmen früher meist nur um Uferschutzwerke gehandelt, so im Jahre 1852 um ein Deckwerk in 460 m Länge am unteren Ende des Vossengatt (6207 Mark), im Jahre 1853 um Befestigung des Ufers zwischen Keeken und Bimmen (11997 Mark), im Jahre 1869 um Verlängerung des Deckwerks an der Bimmenschen Deichecke (14307 Mark) und um Verbauung des Ufers unterhalb Spyck durch Verlängerung zweier alter Buhnen und durch Erbau von zwei neuen Werken mit einer Grundschwelle

vor der letzten Buhne (20999 Mark), von 1872 bis 1874 um Verbauung der stromab anschliessenden Uferstrecke bis zur Wiesmannswelle durch elf Buhnen in Abständen von 190 m in Höhe von

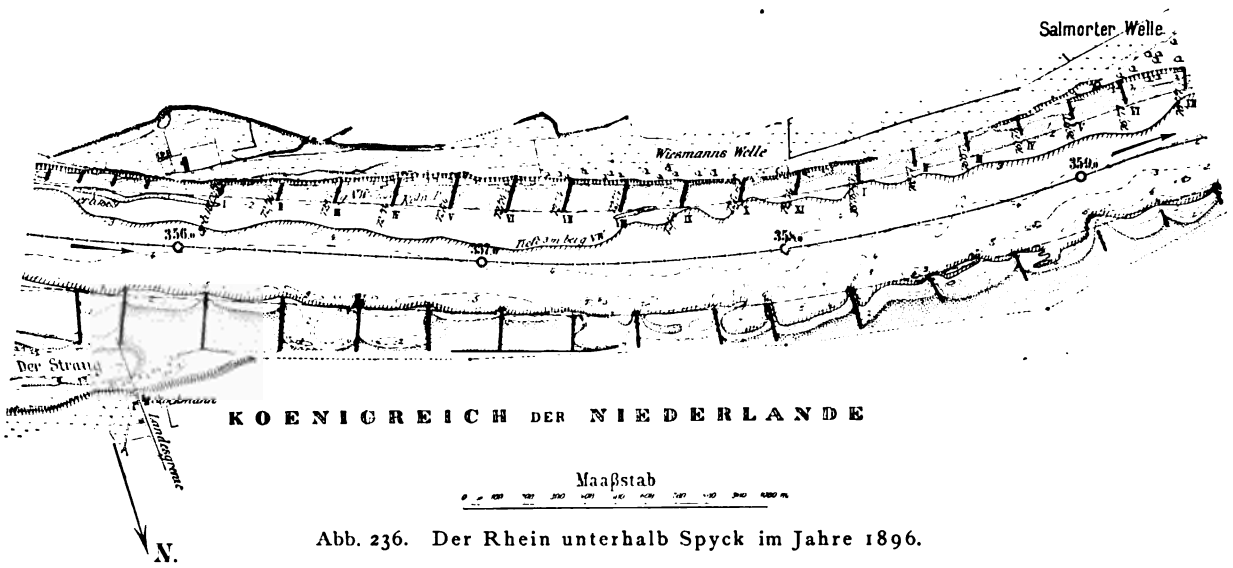


Abb. 236. Der Rhein unterhalb Spyck im Jahre 1896.

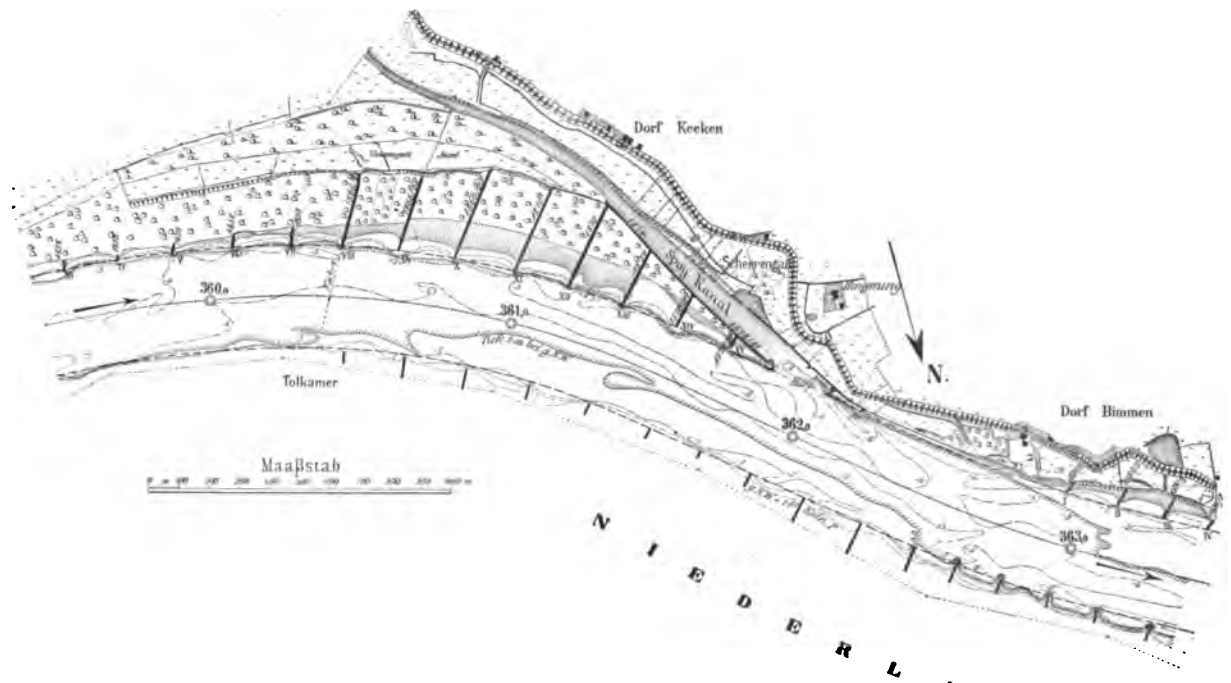


Abb. 237.
Der Rhein am Vossengatt und bei Bimmen im Jahre 1896.

+ 2 m am Pegel (194066 Mark), vergl. Abb. 235. Von der Wiesmannswelle bis zum Vossengatt (Buhne Nr. III) ist im Jahre 1876 und 1877 das Ufer durch sieben Stück im Abstande von 180 m angelegte Buhnen in Höhe von + 2,50 m Emmericher Pegel verbaut worden (82494 Mark), vergl.

Abb. 236. In der Mündung des Spoygrabens wurde 1879 und 1880 das Ufer am Scheerengatt bei Keeken neu gedeckt (15393 Mark), während 1884 ein alter vorspringender Böschungskopf am Scheerengatt unter Aufwendung von 8185,19 Mark beseitigt wurde. Auch diese Bauten haben indess dazu beigetragen, auf dieser Strecke das Ufer durchweg so weit vorzuschieben, dass der Strom für Mittelwasser auf die Breite von rund 340 m eingeschränkt worden ist.

Die Fahrwasserverhältnisse haben sich seit Ausführung dieser Bauten wesentlich gebessert, so dass hier in den letzten Jahren zu besonderen Maassnahmen kein Anlass vorlag. Ein besonderer Grund für die eingetretene Erweiterung des Profils liegt allerdings in den seit längerer Zeit holländischerseits gestatteten Baggerungen zur Gewinnung von Kies. Da in den Niederlanden kein Kies vorhanden ist, so bildet die Kiesgewinnung in den unteren Rheingegenden, schon von Wesel abwärts, ein besonderes Unternehmungsfeld. Eine Reihe von Bagger ist Jahr aus Jahr ein damit beschäftigt, hier Kies in grösseren Mengen zu baggern, der dann in grossen Schiffen nach Holland oder Belgien transportirt wird. Einstweilen waren diese Arbeiten der Regulirung wohl förderlich, doch ist die Zeit wohl absehbar, wo auch hierin eine gewisse Schranke wird gezogen werden müssen, wenn nicht unerwünschte Spiegelsenkungen daraus folgen sollen.

Ueberhaupt bedarf die Stromstrecke von Xanten abwärts fortgesetzt der grössten Aufmerksamkeit, da die Hochwasserverhältnisse der viel vertheilten Wasserarme wegen höchst ungünstige sind, die Eisverhältnisse wegen der Nähe Hollands und vieler Seitenentlastungen halber leicht zu Versetzungen Anlass geben und weil der leicht bewegliche Sand den kleinsten Störungen und Unregelmässigkeiten nur allzuleicht folgt. Ein einziges Hochwasser, ein einziger Eisgang kann hier Verwirrungen schaffen, die von der Schiffahrt und Vorfluth würden noch lange störend empfunden werden. Einer Regelung der Hochwasserverhältnisse wird daher hier ganz besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden, jedenfalls aber alles zu verhüten sein, was die Lage bei Hochwasser etwa erschweren sollte.

Photographische Reproductionen in Zink und Kupfer von der graphischen Kunstanstalt
Meisenbach Riffarth & Co., Berlin-Schöneberg.
Druck von der Buchdruckerei des Waisenhauses, Halle a. S.

[redacted]

[redacted]

Eng 1019.01.5
Die arbeiten der Rheinstrom-bauverw
Cabot Science
005773917
3 2044 091 979 922